ความสามารถในการเข้าถึงด้านการมองเห็นในที่ทำการไปรษณีย์ของไทยสำหรับคนสายตาเลือนราง

นายอภิมุข ซุยยะกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VISUAL ACCESSIBILITY IN THAI POST OFFICE FOR PEOPLE WITH LOW VISION

Mr. Apimuk Suiyakit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Imaging Technology
Department of Imaging and Printing Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสามารถในการเข้าถึงด้านการมองเห็นในที่ทำการไปรษณีย์ของไทยสำหรับคนสายตาเลือนราง
โดย	นายอภิมุข ซุยยะกิจ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.โทโมโกะ โอบามา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.พลกฤษณ์ แสงวณิช)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวาล คูร์พิพัฒน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.โทโมโกะ โอบามา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา สื่อประสาร)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์พรทวี พึ่งรัศมี)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อภิมุข ซุยยะกิจ : ความสามารถในการเข้าถึงด้านการมองเห็นในที่ทำการไปรษณีย์ของไทยสำหรับคนสายตาเลือนราง (VISUAL ACCESSIBILITY IN THAI POST OFFICE FOR PEOPLE WITH LOW VISION) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.พิชญดา เกตุเมฆ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.โทโมโกะ โอบามา, 87 หน้า.

กลุ่มคนสายตาเลือนรางมีการมองเห็นด้อยประสิทธิภาพกว่าคนสายตาปกติอย่างมาก ทำให้ขาดความสะดวกและความปลอดภัยในการทำกิจกรรมประจำวันทั้งภายในและภายนอกอาคาร งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบ ขนาด และสีของลูกศรบอกทิศทางที่เห็นได้ชัดและสื่อความหมายได้ชัดเจนสำหรับผู้ที่มีการมองเห็นเลือนราง เพื่อนำไปใช้ในที่ทำการไปรษณีย์ไทย งานวิจัยได้ออกแบบลูกศร 8 แบบ ให้ผู้สังเกตที่มีสายตาปกติสวมใส่แว่นตาจำลองการมองเห็นเลือนราง 3 ชนิด ได้แก่ การมองเห็นแบบลานสายตาแคบ (NV) ที่ให้ค่าลานสายตา 10 องศา การมองเห็นแบบตามัว (BL) และการมองเห็นเลือนรางเนื่องมาจากหลอดเลือดจอประสาทตาอุดตัน (OLS) ที่ให้ค่าสายตา 0.04 ขั้นแรกให้ผู้สังเกตจำนวน 20 คนเลือกแบบลูกศรที่สังเกตได้ชัดเจนและสื่อสารบอกทิศทางได้ดีที่สุด โดยได้ลูกศรแบบที่ 1 จากนั้นนำลูกศรที่ได้มาปรับการนำเสนอด้วยสีแดง สีเขียว สีน้ำเงินและสีเหลือง ตามที่ระบุในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย เลขที่ มอก. 635-2554 และออกแบบให้เป็นพอสิทิฟ และเนกาทิฟ และนำไปหาขนาดที่เหมาะสมที่ทำให้คนสายตาเลือนรางทั้ง 3 แบบมองเห็นได้ชัดเจน พบว่ามีขนาด 5.5 องศาเมื่อมองห่างจากภาพลูกศร 1 เมตร จากนั้นเพิ่มจำนวนแบบโดยเพิ่มขอบเครื่องหมายลูกศรรวม 8 แบบให้ผู้สังเกตระบุทิศทางและบันทึกเวลาตอบสนอง ผลที่ได้ถูกนำไปจำลองวางบนภาพที่ถ่ายจากที่ทำการไปรษณีย์จริง ตรวจสอบระยะเวลาการตอบสนองของลูกศรเปรียบเทียบกันระหว่างในกลุ่มผู้สังเกตที่สายตามีความคมชัดน้อยกว่า 0.05 กับสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลอง และกลุ่มผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนรางกับสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลอง ซึ่งพบว่าผู้สังเกตสายตาเลือนรางมีการตอบสนองต่อลูกศรไวกว่าผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองและ ผู้สังเกตสายตามีความคมชัดน้อยกว่า 0.05 ตามลำดับ โดยผู้สังเกตสายตาเลือนรางตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงินได้ดีกว่าลูกศรในกลุ่มสีอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาควิชา	เทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....
ปีการศึกษา	2560	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5872092723 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEYWORDS: LOW VISION, VISUAL IMPAIRMENT, ARROW SIGN

APIMUK SUIYAKIT: VISUAL ACCESSIBILITY IN THAI POST OFFICE FOR PEOPLE WITH LOW VISION. ADVISOR: ASSOC. PROF. PICHAYADA KATEMAKE, Ph.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF.TOMOKO OBAMA, Ph.D., 87 pp.

This research focused on the determination of optimized arrow sign that could be clearly seen, by people with low vision, in Thai post office. Three main optimized aspects of the arrow sign were pattern, size and enhancement using outline, color (colorimetric values of red, green, yellow and blue obtained from Industrial Standard Act), negative and positive appearances. The normal vision observers, wearing 3 types of simulated low vision glasses: narrow vision (NV), occlusion vision (OLS) and blur vision (BL), participated in the experiment. The visual acuity of the last two types was 0.04. The response time was recorded and analyzed. It was found in the first stage that the simple pattern of arrow having head and tail out of 8 types was significantly preferred, 20 observers participated. Subsequently, the selected type of arrow was used for size optimizing in the 2nd stage. We found that the optimized size of arrow, measured from head to tail, for NV, OLS and BL were subtended angles of 2.0 degrees (for the sample sizes of 3.5 cm), 5.0 degrees (8.8 cm) and 5.5 degrees (9.6 cm) respectively, at 100 cm viewing distance. The maximum size from the second stage was used for testing enhancement effect in the 3rd stage. The results showed that 1) only blue arrows with and without outline were significantly different 2) yellow and green arrows showed significantly different response time (green arrow gave less response time than others) and 3) NV had less response time than BL and OLS. The last stage, the optimum arrows of all 4 colors were chosen and located on the floor of the captured Post Office scene. The Post Office images with selected arrow signs were used as stimuli, response time was recorded and low vision people participated. They responded fast to blue arrow.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Imaging and Printing Technology	Student's Signature	.....
		Advisor's Signature	.....
Field of Study:	Imaging Technology	Co-Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2017		

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ที่ให้โอกาสทางการศึกษาแก่บุคคลากร ด้วยการอนุญาตให้ข้าพเจ้าลาศึกษาต่อในหลักสูตรนี้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณองอาจ ศรีม่วง ผู้จัดการฝ่ายไปรษณีย์เขต 7 (ตำแหน่งในขณะนั้น) ผู้บังคับบัญชาต้นสังกัดที่อนุญาตให้ลาศึกษาต่อได้ คุณสุทธิ-นันท์ เกตุชาติ หัวหน้าที่ทำการไปรษณีย์ไร่ขิง (ตำแหน่งในขณะนั้น) ที่สนับสนุนคอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกให้สามารถลาศึกษาต่อได้โดยไม่ขออัตรากำลังทดแทน คุณพิราวรรณ บ้านสีหิรัญชัย หัวหน้าส่วนบุคคล หัวหน้างานพัฒนาบุคลากร และคุณวัชรพัฒน์ แปลกเมือง หัวหน้างานเจ้าหน้าที่ ส่วนบุคคล สำนักงานไปรษณีย์เขต 7 ที่ช่วยติดต่อประสานงานการลาศึกษาต่อให้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พิชญดา เกตุเมฆ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดตลอดตลอดการศึกษาปริญญาโทจนสำเร็จการศึกษา

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่สละเวลาอันมีค่าของท่านในการดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์แก่ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากร ภาควิชาเทคโนโลยีทางภาพและการพิมพ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในทุกเรื่องตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณนายแพทย์วรภัทร วงษ์สวัสดิ์ รองผู้อำนวยการกลุ่มภารกิจสถาบันจักษุวิทยา และคุณปุญญาวีร์ อาราเม นักวิชาการสาธารณสุข ศูนย์การแพทย์เฉพาะทางด้านจักษุวิทยา โรงพยาบาลเมตตาประชารักษ์ (วัดไร่ขิง) ที่คอยให้ความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและแนะนำทั้งในการคัดเลือกผู้สังเกตกลุ่มที่มีสายตาเลือนรางและความรู้ที่จำเป็นต่อการนำมาประกอบการวิจัย

ขอขอบคุณทุกกำลังใจจาก พ่อแม่ เพื่อน และคนใกล้ชิดที่คอยให้กำลังใจและผลักดันให้มีเรี่ยวแรงตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจาก "ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต" บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 แนวคิดและทฤษฎี 3
2.1.1. ความหมายของความบกพร่องทางการมองเห็น 3
2.1.2. สาเหตุของการเกิดภาวะสายตาเลือนราง 5
2.1.3. ลักษณะการมองเห็นของผู้ที่มีภาวะสายตาเลือนราง 5
2.1.4. การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น 6
2.1.5. สีเพื่อความปลอดภัย 7
2.1.6. การมองเห็นสี 8
2.1.7. ระบบสี CIELAB 9
2.1.8. ขอบเขตการมอง (viewing field) 9
2.1.9. วิธีการมองเปรียบเทียบภาพ (viewing techniques for image comparisons) 11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

2.1.10 วิธีการทางไซโคฟิสิกส์ 12
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 17
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย 17
3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย 18
3.2.1 กลุ่มผู้สังเกตในแต่ละการทดลอง 18
3.2.1.1 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 1 18
3.2.1.2 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 2 19
3.2.1.3 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 3 19
3.2.1.4 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 4 19
3.2.1.5 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 5 19
3.2.2 การทดลองที่ 1 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศร 20
3.2.2.1 การเตรียมการทดลอง 20
3.2.2.2 การทดลองกับผู้สังเกต 21
3.2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 22
3.2.3 การทดลองที่ 2 เลือกแบบของลูกศร 22
3.2.3.1 การเตรียมการทดลอง 22
3.2.3.2 การทดลองกับผู้สังเกต 23
3.2.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 23
3.2.4 การทดลองที่ 3 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศรที่ได้จากปรับรูปแบบการนำเสนอ 24
3.2.4.1 การเตรียมการทดลอง 24
3.2.4.2 การทดลองกับผู้สังเกต 25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.2.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 25
3.2.5 การทดลองที่ 4 เวลาการตอบสนองต่อลูกศร 26
3.2.5.1 การเตรียมการทดลอง 26
3.2.5.2 การทดลองกับผู้สังเกต 27
3.2.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 27
3.2.6 การทดลองที่ 5 เวลาการตอบสนองต่อภาพที่ลูกศรจำลองติดบนพื้นในที่ทำการไปรษณีย์ 28
3.2.6.1 การเตรียมการทดลอง 28
3.2.6.2 การทดลองกับผู้สังเกต 29
3.2.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 29
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 30
4.1 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศร 30
4.2 แบบของลูกศรที่เหมาะสม 31
4.3 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเครื่องหมายลูกศรหลังจากปรับรูปแบบการนำเสนอ 33
4.4 ลูกศรที่ได้จากปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม 34
4.5 เวลาการตอบสนองต่อภาพของลูกศรที่จำลองติดบนพื้นในที่ทำการไปรษณีย์ 48
4.5.1 ทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 48
4.5.2 ทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกตสายตาเลือนราง 63
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 74
5.1 สรุปผลการวิจัย 74
5.1.1 รูปแบบของลูกศรที่เหมาะสม 74
5.1.2 รูปแบบของลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม 75
5.1.3 การตอบสนองต่อลูกศรที่จำลองติดบนภาพจากในที่ทำการไปรษณีย์ 77

หน้า

5.2 ข้อเสนอแนะ 80

รายการอ้างอิง 82

ภาคผนวก ก 86

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 87

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ระดับสายตา และความกว้างของลานสายตา 4

ตารางที่ 2.2 ระบบอ้างอิงสีเพื่อความปลอดภัย 7

ตารางที่ 2.3 ค่าที่ปรับได้จากการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน 100 ลักซ์ ในการปรับแต่ละครั้ง 12

ตารางที่ 2.4 การตอบสนองต่อขนาดของสิ่งเร้าในแต่ละระดับ 13

ตารางที่ 4.1 ความถี่ในการเลือกแบบของลูกศรจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น 31

ตารางที่ 4.2 ความถี่และค่าเฉลี่ยความถี่การเลือกลูกศรแบบที่ 1, 5 และ 8 จำแนกตามชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น 32

ตารางที่ 4.3 ความแตกต่างของความถี่เปรียบเทียบตามการเลือกแต่ละประเภทแว่น 32

ตารางที่ 4.4 ความถี่และค่าเฉลี่ยความถี่การเลือกรูปแบบของลูกศรแบบไม่จำแนก 33

ตารางที่ 4.5 ค่าสี CIELAB เฉลี่ยจากการวัดแถบสีมันเซลล์ภายใต้สภาวะแสงของที่ทำการไปรษณีย์ โดยใช้ Konica Minolta Spectroradiometer 34

ตารางที่ 4.6 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแบบลูกศรที่ต่างกัน 35

ตารางที่ 4.7 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามกลุ่มสีของลูกศรที่ต่างกัน 36

ตารางที่ 4.8 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแว่นตาจำลองที่ต่างกัน 37

ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีแดง 39

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเขียว 40

ตารางที่ 4.11 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน 41

ตารางที่ 4.12 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเหลือง 43

ตารางที่ 4.13 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรแต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น 44

ตารางที่ 4.14 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบ แยกแต่ละกลุ่มสี ในผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 48

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.15 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ระบุทิศของลูกศรแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 50

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05..... 51

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 53

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05..... 54

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05..... 55

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05..... 57

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรกลุ่มไม่มีขอบและมีขอบในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 58

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามตำแหน่งถ่ายภาพ ที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต..... 59

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต 61

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และตำแหน่งถ่ายภาพ..... 62

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบตามกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 64

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 65

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 66

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 68

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 69

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 70

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง 71

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศร แต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง 72

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบการรับรู้ภาพ 8

ภาพที่ 2.2 ดวงตาของมนุษย์ 8

ภาพที่ 2.3 ปริภูมิสี CIELAB 9

ภาพที่ 2.4 มุมมองการมองเห็น 10

ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างเส้นโค้งความถี่ของการมองเห็น 14

ภาพที่ 2.6 ข้อมูลจากการทดสอบหาขีดเริ่มเปลี่ยนทางการได้ยินด้วยวิธีขั้นบันได 14

ภาพที่ 3.1 แบบของลูกศร 8 แบบ 20

ภาพที่ 3.2 สภาพแวดล้อมขณะทำการทดลอง 21

ภาพที่ 3.3 การวางตำแหน่งของลูกศร 22

ภาพที่ 3.4 ภาพที่ใช้ทดลองการเลือกแบบของลูกศร 23

ภาพที่ 3.5 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอด้วยสีเพื่อความปลอดภัย 24

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในกรณีลูกศรสีน้ำเงินบนพื้นหลังสีขาว 24

ภาพที่ 3.7 ลูกศรที่ใช้ในการทดลองที่ 4 26

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลอง พื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้วบริเวณด้านหน้าพื้นที่ให้บริการ (ซ้าย) และบริเวณประตูเข้า-ออก (ขวา) 28

ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลอง พื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์เมืองราชบริเวณด้านหน้าพื้นที่ให้บริการ (ซ้าย) และบริเวณประตูเข้า-ออก (ขวา) 29

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพในการทดลองเลือกแบบของลูกศร 31

ภาพที่ 4.2 กลุ่มลูกศรสีน้ำเงินที่ไม่มีขอบ (บน) และกลุ่มมีขอบ (ล่าง) 35

ภาพที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแบบลูกศรที่ต่างกัน 36

ภาพที่ 4.4 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามกลุ่มสีของลูกศรที่ต่างกัน 37

ภาพที่ 4.5 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแว่นตาจำลองที่ต่างกัน 38

ภาพที่ 4.6 ลูกศรกลุ่มสีแดง 38

ภาพที่ 4.7 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีแดง 39

ภาพที่ 4.8 ลูกศรกลุ่มสีเขียว 40

ภาพที่ 4.9 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเขียว 40

ภาพที่ 4.10 ลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน 41

ภาพที่ 4.11 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน 42

ภาพที่ 4.12 ลูกศรกลุ่มสีเหลือง 42

ภาพที่ 4.13 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเหลือง 43

ภาพที่ 4.14 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดง 45

ภาพที่ 4.15 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเขียว 46

ภาพที่ 4.16 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน 46

ภาพที่ 4.17 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเหลือง 47

ภาพที่ 4.18 ลูกศรที่ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุดในแต่ละแว่นตาจำลองการมองเห็น
คือภาพที่ล้อมด้วยขอบดำ 47

ภาพที่ 4.19 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับลูกศรแบบไม่มีขอบ
และมีขอบแยกแต่ละกลุ่มสี ในผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 49

ภาพที่ 4.20 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ระบุทิศของลูกศรแต่ละกลุ่มสี
ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 50

ภาพที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบและ
มีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 52

ภาพที่ 4.22 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสี
ในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 53

ภาพที่ 4.23 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบ
แต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตมีความคมชัด
ของสายตาต่ำกว่า 0.05 55

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 4.24 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบมีขอบแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตา ต่ำกว่า 0.05 56

ภาพที่ 4.25 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่ม ผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตา ต่ำกว่า 0.05 57

ภาพที่ 4.26 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรกลุ่มไม่มีขอบและมีขอบ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัด ของสายตาต่ำกว่า 0.05 58

ภาพที่ 4.27 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตาม ตำแหน่งถ่ายภาพ ที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต 60

ภาพที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตาม ที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต 61

ภาพที่ 4.29 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศร แบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และตำแหน่งถ่ายภาพ 62

ภาพที่ 4.30 ลูกศรที่ใช้ทดลอง (เฉพาะสีแดง) กับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกตสายตาเลือนราง 63

ภาพที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบตามกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 65

ภาพที่ 4.32 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 66

ภาพที่ 4.33 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 67

ภาพที่ 4.34 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบ แต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 68

ภาพที่ 4.35 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 69

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.36 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง 70

ภาพที่ 4.37 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่าง ๆ ในกลุ่มผู้สังเกตผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง 72

ภาพที่ 5.1 ภาพลูกศรแบบที่ 1 (ซ้าย), 5 (กลาง) และ 8 (ขวา) 74

ภาพที่ 5.2 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอจากลูกศรแบบที่ 1 75

ภาพที่ 5.3 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอจากลูกศรแบบที่ 1 เพิ่มเติมด้วย ขอบล้อมรอบเครื่องหมาย 75

ภาพที่ 5.4 ลูกศรที่ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุดในแต่ละแว่นตาจำลองการมองเห็น คือภาพที่ล้อมด้วยขอบดำ 76

ภาพที่ 5.5 ลูกศรที่ใช้ทดลองติดบนภาพจากในที่ทำการไปรษณีย์ 77

ภาพที่ 5.6 ลูกศรที่ใช้ทดลอง (กรณีสีแดง) กับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกต สายตาเลือนราง 78

ภาพที่ ก.1 ขอบเขต colour gamut ของจอแสดงผลเมื่อเทียบกับระบบสี sRGB 86

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความเสมอภาค (Equality) ความหมายตามหลักสิทธิมนุษยชน หมายถึง ความเท่าเทียมของมนุษย์ทุกคนในการได้รับสิทธิพื้นฐานตามหลักสิทธิมนุษยชน โดยผ่านการปฏิบัติต่อกันระหว่างมนุษย์ต่อมนุษย์ ด้วยความเคารพต่อสิทธิและศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ [1] ซึ่งนอกจากการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันในสังคมของเพศหญิงและชายแล้ว [2] ภาครัฐยังคงต้องส่งเสริมให้ความสำคัญที่จะพัฒนาคุณภาพชีวิตให้กับคนพิการ [3] ซึ่งมีข้อจำกัดในการดำเนินชีวิตมากกว่าคนปกติทั่วไปเช่นกัน ซึ่งความพิการตามประกาศกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ เรื่อง “ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ” พ.ศ.2555 แบ่งออกเป็น 7 ประเภท [4] ดังนี้

1. ความพิการทางการเห็น
2. ความพิการทางการได้ยินหรือสื่อความหมาย
3. ความพิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกาย
4. ความพิการทางจิตใจหรือพฤติกรรม
5. ความพิการทางสติปัญญา
6. ความพิการทางการเรียนรู้
7. ความพิการทางออทิสติก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ซึ่งคนที่มีความพิการทางการเห็น [5] คือ คนที่มีสายตาของตาข้างที่ดีกว่าเมื่อแก้ไขด้วยแว่นตา คอนแทคเลนส์ การใช้ยาหยอดตา การยิงเลเซอร์หรือการผ่าตัดแล้วไม่สามารถทำให้ระดับสายตาดีขึ้นได้ ได้แก่ บุคคลผู้ที่เป็นตาบอดและตาเห็นเลือนราง ซึ่งกฎหมายของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญแก่ผู้พิการโดยมีการกำหนดในกฎหมายรัฐธรรมนูญ แห่งราชอาณาจักรไทย ฉบับ พ.ศ. 2550 ในมาตรา 30 ที่กล่าวถึงการเสมอภาคกันของบุคคล มาตรา 54 ที่กล่าวถึงในสิทธิการเข้าถึงและใช้ประโยชน์จากสวัสดิการสิ่งอำนวยความสะดวกอันเป็นสาธารณะและความช่วยเหลือที่เหมาะสมจากรัฐ มาตรา 80 (1) ที่รัฐต้องดำเนินการสงเคราะห์และจัดสวัสดิการให้แก่ผู้สูงอายุ ผู้ยากไร้ ผู้พิการหรือทุพพลภาพและผู้อยู่ในสภาวะยากลำบาก ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นและพึ่งพาตนเองได้ [6] ตามที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับผู้พิการทางการเห็นจึงเป็นกลุ่มบุคคลหนึ่งที่องค์กรต่าง ๆ ของไทยทั้งภาครัฐและเอกชนจะต้องช่วยเหลือ จัดทำสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อให้การดำเนินชีวิตประจำวันให้มีความใกล้เคียงหรือเทียบเท่ากับบุคคลที่มีการมองเห็นเป็นปกติ เพื่อให้ผู้พิการ

สามารถพึ่งพาตนเองได้ อีกทั้งยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ [7] ของประเทศไทยที่จะมีจำนวนผู้สูงอายุที่อาจต้องดำเนินชีวิตด้วยตัวคนเดียวและประสบปัญหากับระดับการมองเห็นที่ลดลง

ที่ทำการไปรษณีย์ เป็นสถานที่ซึ่งหน่วยงานรัฐวิสาหกิจในสังกัดกระทรวงดิจิทัลเศรษฐกิจและสังคม บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ได้ดำเนินกิจการเพื่ออำนวยความสะดวกในการให้บริการรับ-ส่งสิ่งของ บริการทางการเงิน บริการรับชำระค่าบริการต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้บริการทุกกลุ่ม ซึ่งนอกเหนือจากผู้ใช้บริการทั่วไปที่มีสายตาปกติแล้ว กลุ่มผู้ใช้บริการที่มีสายตาเลือนรางเองก็เป็นบุคคลอีกกลุ่มที่มีการมาใช้บริการด้วยเช่นเดียวกัน ดังนั้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการมาใช้บริการ การจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวกในด้านการมองเห็นในสถานที่ให้บริการจึงถือเป็นภารกิจหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเข้าถึงด้านการมองเห็นให้แก่ผู้ที่สายตาเลือนรางในการมาใช้บริการด้วยตนเองได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อหารูปแบบ ขนาด และสีลูกศรบอกทิศทาง ที่ทำให้คนสายตาเลือนรางมองเห็นและตอบสนองได้ อย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่ทำการไปรษณีย์ของไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

รูปแบบของลูกศรที่ใช้ในการทดลอง เป็นรูปแบบที่มีการใช้งานอยู่จริงที่สามารถพบเห็นได้จากการชีวิตประจำวัน และขนาดของเครื่องหมายที่เหมาะสมจะหาจากการหาขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายด้วยวิธีการหาขีดเริ่มเปลี่ยนแบบขั้นบันได [8]

แว่นตาจำลองการมองเห็นที่เลือกใช้ในการทดสอบจะเลือกใช้แว่นจำลองการมองเห็นแบบตามัว (blur) และการมองเห็นเลือนรางเนื่องมาจากหลอดเลือดจอประสาทตาอุดตัน (occlusions) และแบบลานสายตาแคบ (narrow vision) ในช่วงระดับความคมชัดหรือลานสายตาเพียงประเภทแว่นละ 1 ระดับ ที่ครอบคลุมช่วงการมองเห็นของผู้ที่มีสายตาเลือนรางเท่านั้น [9]

สีที่ใช้ในส่วนการปรับรูปแบบการนำเสนอของเครื่องหมายลูกศร จะใช้สีแดง สีเขียว สีเหลือง และสีน้ำเงิน ตามที่กำหนดในสีเพื่อความปลอดภัย ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ประเทศไทย [10]

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลรูปแบบของลูกศรที่เหมาะสม รวมทั้งขนาดและรูปแบบการนำเสนอร่วมกับการใช้สีที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเครื่องหมายเพื่อให้คนสายตาเลือนรางมองเห็นและตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

2.1.1. ความหมายของความบกพร่องทางการมองเห็น

บุคคลที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น หมายถึงผู้ที่สูญเสียการมองเห็นตั้งแต่ระดับเล็กน้อยไปจนถึงตาบอดสนิท นอกจากนี้ยังมีคำอื่นที่ใช้เรียกอย่างเป็นทางการ ได้แก่ คนพิการทางการมองเห็น คนพิการทางสายตา คนบกพร่องทางการเห็น ซึ่งหมายรวมถึงคนตาบอดและสายตาเลือนราง โดยไม่ได้แยกตามสภาพของการมองเห็น สำหรับคำที่ใช้เรียกอย่างไม่เป็นทางการและแยกตามสภาพของการมองเห็น ได้แก่ 1) คนตาบอด หมายถึง สามารถมองเห็นแสงและเงา สามารถรู้ได้ว่าเป็นวัตถุชนิดใด หรือมองไม่เห็นเลย และ 2) คนสายตาเลือนราง หรือ low Vision หมายถึง ผู้ที่สามารถมองเห็นแสงเงาและวัตถุบ้างในระยะห่างที่จำกัดและแตกต่างกัน การให้ความหมายหรือคำจำกัดความของบุคคลกลุ่มนี้ สามารถกล่าวถึงได้ใน 2 ลักษณะทางการแพทย์และทางการศึกษา ดังนี้

ความหมายทางการแพทย์

ในทางการแพทย์ได้ให้คำจำกัดความคนสายตาเลือนรางว่า บุคคลที่มีสมรรถภาพทางการมองเห็นต่ำกว่าปกติ 10% (เมื่อเทียบกับคนที่มีสายตาปกติ) ให้ถือว่าพิการทางการมองเห็น ซึ่งพิจารณาจากสมรรถภาพทั้งในด้าน ระยะทางที่เห็น และในด้านความกว้างของการมองเห็น หรือ “ลานสายตา” ตลอดจนคุณภาพการมองเห็นที่ชัดเจน ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริง

คำจำกัดความตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2537) ออกตามความพระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534 [11] ได้ระบุไว้ดังนี้

(ก) คนที่มีสายตาข้างที่ดีกว่า เมื่อใช้แว่นสายตาธรรมดาแล้วมองเห็นน้อยกว่า 6/18 หรือ 20/70 ลงไปจนถึงมองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง หรือ

(ข) คนที่มีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา

ความหมายทางการศึกษา

หมายถึง ผู้ที่มีสายตาพิการจนไม่สามารถรับการศึกษาโดยใช้สายตาหรือใช้การเห็นได้ตามปกติ แต่สามารถศึกษาเล่าเรียนได้โดยใช้วิธีการพิเศษ ซึ่งแบ่งบุคคลประเภทนี้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตาบอด (blind) หมายถึง บุคคลที่สูญเสียการเห็นอย่างมากจนต้องอ่านอักษรเบรลล์ หรือใช้วิธีการฟังเทป หรือแผ่นเสียง หากสายตาข้างดีเมื่อแก้ไขแล้วอยู่ใน ระดับ 6 ส่วน 60 (6/60) หรือ 20 ส่วน 200 (20/200) ลงมาจนถึงบอดสนิท หรือมีลานสายตาแคบกว่า 20 องศา

2. สายตาพิการหรือสายตาเลือนราง (low vision) หมายถึง บุคคลที่สูญเสียการเห็นแต่ยังสามารถอ่านอักษรที่ขยายใหญ่หรือมีขนาดใหญ่ได้ หรือต้องใช้แว่นขยายอ่าน หากสายตาข้างดีเมื่อแก้ไขแล้วอยู่ในระดับระหว่าง 6 ส่วน 18 (6/18) หรือ 20 ส่วน 70 (20/70) ถึง 60 (6/60) หรือ 20 ส่วน 200 (20/200) หรือมีลานสายตาแคบกว่า 30 องศา

สมาคมจักษุแพทย์แห่งประเทศไทย ยังได้วางหลักเกณฑ์ความบกพร่องทางการมองเห็นโดยถือเอาตาข้างที่ดีกว่าที่แก้ไขแล้วเป็นหลัก และให้คำนิยามภาวะความบกพร่องทางการมองเห็นเช่นเดียวกับองค์การอนามัยโลก ดังนี้

- สายตาพิการหรือสายตาเลือนราง หมายความว่า การมีสายตาข้างที่ดีที่สุดเมื่อใช้แว่นตาธรรมดาโดยไม่รวมเครื่องช่วยสายตาพิเศษ (visual aids) แล้ววัดระดับสายตา (Visual Acuity: VA) ด้วยแผ่นทดสอบ Snellen Chart จากระยะทาง (เมตร) ต่อระยะภาพ พบผลน้อยกว่า 6/18 จนถึง 3/60 หรือมีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 30 องศา ไปจนถึง 10 องศา
- ตาบอด (blind) หมายความว่า ระดับสายตาต่ำกว่า 3/60 ลงไปจนถึงบอดสนิท หรือมีลานสายตาโดยเฉลี่ยแคบกว่า 10 องศา ในตาข้างที่ดีที่สุดเมื่อใช้แว่นตาธรรมดา ระดับความพิการทางการมองเห็นแบ่งได้ 5 ระดับจากการวัดสายตาด้วย Snellen Chart โดยพิจารณาจากระดับสายตา และความกว้างของลานสายตาดังตารางที่ 2.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 ระดับสายตา และความกว้างของลานสายตา

ลักษณะความพิการ	ระดับที่	ระดับสายตา	ความกว้างของลานสายตา
สายตาเลือนราง	1	น้อยกว่า 6/18 ลงไปถึง 6/60	น้อยกว่า 30° ถึง 20°
	2	น้อยกว่า 6/60 ถึง 3/60	น้อยกว่า 20° ถึง 10°
ตาบอด	3	น้อยกว่า 3/60 ถึง 1/60	น้อยกว่า 10° ถึง 5°
	4	น้อยกว่า 1/60 ถึงเห็นเพียงแสงสว่าง	น้อยกว่า 5° ถึง 0°
	5	มองไม่เห็นแม้แต่แสงสว่าง	0°

ที่มา: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. 10th version. Genena: World Health Organization; 1992.

2.1.2. สาเหตุของการเกิดภาวะสายตาเลือนราง

- โรคที่เป็นตั้งแต่กำเนิด [12] ได้แก่ ต้อหิน (glaucoma) ต้อกระจก (cataract) ตาเหล่ (strabismus) ตาเล็ก (microphthalmos) โรคไม่มีม่านตา (aniridia) ประสาทตาฝ่อ (optic atrophy) สายตาสั้นมาก (high myopia) มะเร็งที่จอประสาทตา (retinoblastoma) โรคเผือก (albinism) ความผิดปกติของจอประสาทตาในทารกคลอดก่อนกำหนด (retinopathy of prematurity) ตาสั่นแต่กำเนิด (congenital nystagmus)

- อุบัติเหตุและสารเคมี ที่มีผลต่ออวัยวะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น เช่น กระจกตา จอประสาทตา เป็นต้น

- การอักเสบ ได้แก่ ประสาทตาอักเสบ (Optic neuritis) การแพ้ยา (Stevens-Johnson) การอักเสบของยูเวีย (Uveitis)

- การติดเชื้อ เช่น กระจกตาเป็นแผล (Corneal ulcer) การติดเชื้อภายในลูกตา (Endophthalmitis) เป็นต้น

- การเสื่อมสภาพ เช่น จุดรับภาพเสื่อมเนื่องจากอายุ (aged related macular degeneration) เป็นต้น

- ผลข้างเคียงจากการเป็นโรคอื่น เช่น ต้อหิน (glaucoma) ต้อกระจก (cataract) จอประสาทตาผิดปกติจากเบาหวาน (diabetic retinopathy) ขาดวิตามินเอ (vitamin A deficiency) จอประสาทตาลอก (retinal detachment) ผลจากการใช้ยา เช่น ยาสเตียรอยด์ (steroid) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- โรคถ่ายทอดทางพันธุกรรม เช่น โรคเม็ดสีในจอรับภาพเสื่อม (retinitis pigmentosa) โรคเส้นประสาทตาฝ่อ (Leber's hereditary optic neuropathy) เป็นต้น

- ความผิดปกติทางระบบประสาท ได้แก่ เนื้องอกในสมอง (brain tumor) เป็นต้น

2.1.3. ลักษณะการมองเห็นของผู้ที่มีภาวะสายตาเลือนราง

- ภาพมัวหรือบิดเบี้ยวตรงจุดกลาง เช่น จอประสาทตาเสื่อม หรือรูขาดบริเวณจุดศูนย์กลางจอประสาทตา (macular hole) ผู้ที่มีสายตาเลือนรางแบบนี้จะมีปัญหาในการอ่าน

- ภาพมัวทั่วๆ ไป เช่น โรคกระจกตา โรคจอประสาทตาบางชนิด

- ลานสายตาแคบ การมองเห็นจะเหมือนมองผ่านอุโมงค์ พบในโรคต้อหิน โรคเม็ดสีในจอรับภาพเสื่อม ผู้ที่มีสายตาเลือนรางแบบนี้ จะมีปัญหาในการเดิน อาจเดินสะดุดหกล้มง่าย หากลานสายตาแคบมากกว่า 10 องศา เมื่ออ่านหนังสือที่ระยะ 2 นิ้วห่างจากตา ลานสายตาจะมีความกว้างเพียง 9 มิลลิเมตร เทียบได้กับตัวอักษรประมาณ 4 ตัวอักษรเท่านั้น ทำให้ความเร็วในการอ่านลดลงมากและตาล้าอย่างมาก

- ลานตาเสียครึ่งซีก เช่น Hemianopia จากโรคทางสมอง หรือ Altitudinal Defect ภาพมัวครึ่งบนหรือครึ่งล่างจากเส้นเลือดในตาตีบ

2.1.4. การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น

การฟื้นฟูสมรรถภาพ [13] เป็นวิธีที่ส่งเสริมให้มีการฟื้นตัวจากโรคทางจักษุที่เป็นอยู่ได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็วยิ่งขึ้น ป้องกันไม่ให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหรือความผิดปกติมากขึ้นไปจากเดิม สามารถใช้เครื่องช่วยการมองเห็นได้อย่างเหมาะสม รวมถึงการฟื้นฟูสภาพทั้งทางกาย จิตใจ และสังคมให้กลับคืนมาสู่สภาพที่เหมาะสมและใกล้เคียงปกติเดิมมากที่สุด การฟื้นฟูสมรรถภาพแบบองค์รวมดังกล่าว จึงครอบคลุมใน 4 ด้าน ดังนี้

1.) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์ คือ การดูแลและช่วยเหลือทางการแพทย์เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น สามารถทำกิจกรรมทั่วไปได้ตามความต้องการ ขึ้นกับระดับความบกพร่องของแต่ละบุคคล ทั้งนี้ต้องมีการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องเพื่อให้เกิดความชำนาญมากยิ่งขึ้น ในขณะเดียวกันต้องป้องกันความบกพร่องที่อาจเกิดเพิ่มขึ้นอีก โดยทั่วไปแล้วการฟื้นฟูสมรรถภาพทาง การแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นนั้น อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- การใช้อุปกรณ์ช่วยการมองเห็น คือใช้เครื่องมือเพื่อช่วยให้สามารถใช้สายตาให้มีประโยชน์มากที่สุด เช่น ใช้ดูหนังสือ ใช้ดูระยะไกล ใช้ดูโทรทัศน์

- การฝึกทำความคุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมและการเคลื่อนไหว (orientation and mobility Training; O&M) เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นสามารถเดินทางได้ด้วยตนเอง โดยทั่วไปสามารถทำได้โดยการใช้คนนำทาง การใช้ไม้เท้า การใช้สุนัขนำทางและการใช้เครื่องมือนำทางอื่น เช่น คลื่นเสียงหรือเลเซอร์เพื่อที่ช่วยให้รับรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมดีขึ้น

- การฝึกทักษะการทำกิจวัตรประจำวัน เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นทำกิจวัตรประจำวันได้ด้วยตัวเอง เช่น เข้าห้องน้ำ อาบน้ำ แต่งตัวเตรียมอาหาร รับประทานอาหาร รินน้ำ การใช้ยาและการหยอดตา เป็นต้น

2.) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางการศึกษา เด็กที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นต้องเข้าศึกษาภาคบังคับเช่นเดียวกับเด็กปกติ เพื่อให้เด็กได้พัฒนาไปตามขั้นตอนเช่นเดียวกับเด็กปกติ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หรือใกล้เคียงกับเด็กปกติมากที่สุด โดยอาจต้องส่งต่อไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดูแลเด็ก และสถานที่ส่งต่อ แก่ผู้ปกครองให้นำเด็กเข้ารับการศึกษาในโรงเรียนทั้งการศึกษาพิเศษและการเรียนร่วมเมื่อถึงวัยตามความเหมาะสม

3.) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางสังคม มีจุดหมายเพื่อให้สังคมยอมรับความสามารถของคนที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับการเห็น ให้คนตาบอดได้รับการยอมรับเป็นสมาชิกส่วนหนึ่งของสังคม ไม่ดูหมิ่นเหยียดหยาม

4.) การฟื้นฟูสมรรถภาพทางอาชีพ ได้แก่ การฟื้นฟูฝึกอาชีพที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถประกอบอาชีพเลี้ยงตัวเอง อาชีพที่คนที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นทำได้ดีในปัจจุบัน เช่น ค้าสลากกินแบ่งรัฐบาล นวดแผนโบราณ พนักงานรับโทรศัพท์ นักดนตรี พยากรณ์ชะตาชีวิต พนักงานล้างฟิล์มเอกซเรย์ พนักงานรับส่งวิทยุ พนักงานพิมพ์ดีด (ผ่านเครื่องบันทึกเสียง) ครู ช่างไม้และช่างปูน เป็นต้น

2.1.5. สีเพื่อความปลอดภัย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย [10] ได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับสีที่ใช้ในการชี้บ่งความปลอดภัยในสถานที่ทำงานและพื้นที่สาธารณะซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการแจ้งเตือนหรือสื่อสารให้ข้อมูล ซึ่งจะทำให้ผู้สังเกตรู้สึกถูกกระตุ้นและเข้าใจได้โดยง่าย สีที่ใช้ในการจัดทำเครื่องหมายมีทั้งสิ้น 6 สี ดังตารางที่ 2.2

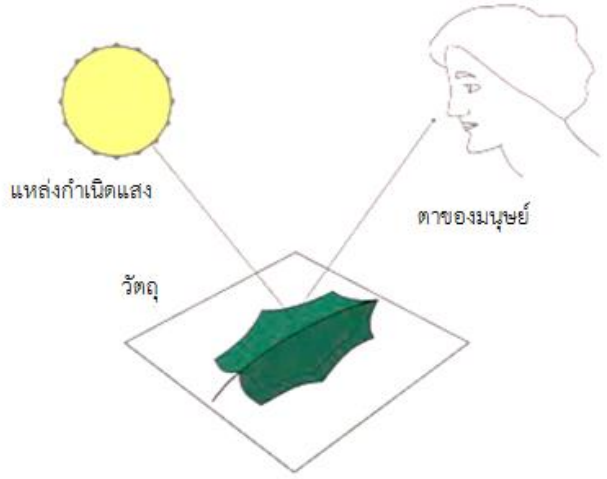
ตารางที่ 2.2 ระบบอ้างอิงสีเพื่อความปลอดภัย

สี	Munsell
สีแดง	7.5R 4/14
สีน้ำเงิน	2.5PB 3/10
สีเหลือง	10YR 7/14
สีเขียว	5G 4/9
สีขาว	N 9.5
สีดำ	N 1

ความหมายของสีเพื่อความปลอดภัยมีการระบุไว้ใน American National Standards Institute (ANSI) [14] ไว้ดังนี้ สีแดง หมายถึง อันตราย สีน้ำเงิน หมายถึง ข้อมูลด้านความปลอดภัย สีเหลือง หมายถึง แจ้งเตือน และสีเขียว หมายถึง ปลอดภัย

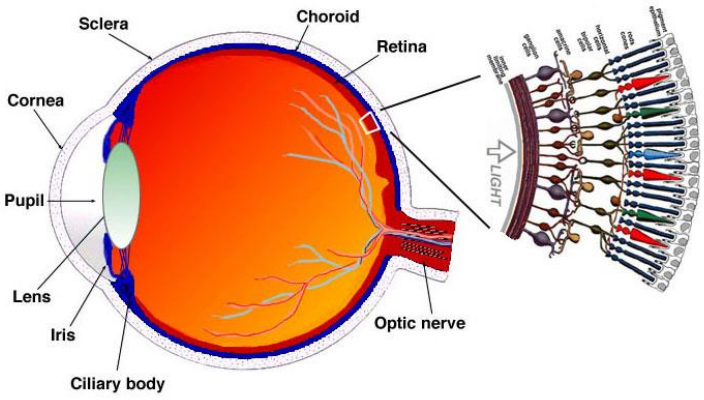
2.1.6. การมองเห็นสี

การมองเห็นสีของมนุษย์ [15] เกิดจากแสงที่สะท้อนจากวัตถุเข้าสู่ตาและประมวลผลด้วยสมอง โดยการรับรู้ภาพมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ แสงจากแหล่งกำเนิดแสง วัตถุ และตาของมนุษย์ (ภาพที่ 2.1) และมีกระบวนการรับรู้ภาพเมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงกระทบวัตถุ แสงจากวัตถุสะท้อนเข้าสู่ตาของเรา ตามนุษย์ (ภาพที่ 2.2) มีเซลล์ที่มีความไวต่อแสงสีหลักสามช่วงความยาวคลื่นคือช่วงแสงสีแดง ช่วงแสงสีเขียว และช่วงแสงสีน้ำเงิน เป็นเนื้อเยื่อมีลักษณะเป็นชั้น ๆ ที่มีเซลล์ที่ไวต่อแสงเรียกว่า เซลล์รับแสง มีอยู่สองประเภทคือ เซลล์รูปแท่ง (rod cell) และเซลล์รูปกรวย (cone cell) เซลล์รูปแท่งทำงานในที่มีแสงสลัวและทำให้ เกิดการเห็นเป็นเงา รูปร่างขาวดำ ส่วนเซลล์รูปกรวยทำให้เกิดการเห็นเมื่อมีแสงมากพอทำให้เห็นสี



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

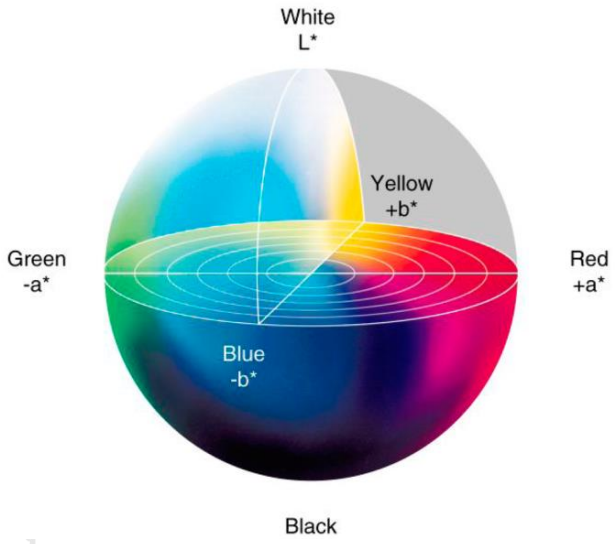
ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบการรับรู้ภาพ [15]



ภาพที่ 2.2 ดวงตาของมนุษย์ [16]

2.1.7. ระบบสี CIELAB

ระบบสี CIELAB เป็นระบบสีที่เสนอในปี ค.ศ. 1976 โดยองค์กรนานาชาติด้านแสงที่มีชื่อภาษาฝรั่งเศสว่า Commission International de l'Eclairage หรือ International Commission on Illumination มีตัวย่อว่า CIE เป็นองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานด้านแสงและสีของโลก ในระบบ CIELAB แกน L* บ่งบอกถึงค่าความสว่าง (lightness) ของสี มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 แกน a* บอกถึงสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) ค่าบวกแสดงความเป็นสีแดง และค่าลบแสดงความเป็นสีเขียว ส่วนแกน b* บอกถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) ค่าบวกบอกความเป็นสีเหลือง และค่าลบบอกความเป็นสีน้ำเงิน (ภาพที่ 2.3)



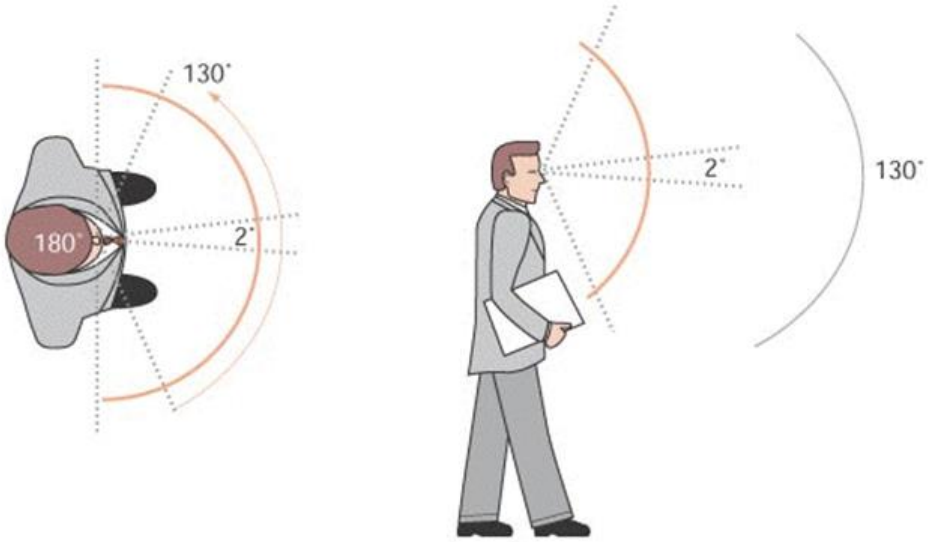
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 2.3 ปริภูมิสี CIELAB [17]

2.1.8. ขอบเขตการมอง (viewing field)

การมองหรือการสังเกตภาพหรือวัตถุ (ภาพที่ 2.4) แม้ผู้สังเกตให้ความสนใจเฉพาะส่วนของภาพหรือวัตถุนั้น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้สังเกตจะไม่รับรู้ถึงสิ่งรอบข้างของสิ่งที่สนใจ เพราะลักษณะของบริเวณโดยรอบที่อยู่ในลานสายตาของผู้สังเกตยังคงมีอิทธิพลการปรากฏสีของภาพหรือวัตถุที่สนใจด้วย หากสิ่งรอบข้างของภาพเปลี่ยนไป การปรากฏสีของภาพนั้นก็จะเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน ดังนั้นในการทดลองควรมีการควบคุมและการกำหนดขอบเขตการมองเพื่อช่วยให้ควบคุมตัวแปรที่จะส่งผลต่อการปรากฏสีของภาพนั้นให้เหมาะสมและคงที่

เพื่อให้ได้ผลของการรับรู้สีที่แม่นยำและถูกต้อง ภายใต้สภาวะการมองที่เหมือนกันในทุกภาพตลอดการทดลอง



ภาพที่ 2.4 มุมมองการมองเห็น [18]

ลานสายตาของมนุษย์ [19] สามารถแบ่งพื้นที่ที่มีผลต่อการปรากฏสีได้ออกเป็น 4 ส่วนสำคัญ ซึ่งต่อมาถูกนำไปใช้ในแบบจำลองการทำนายค่าสีปรากฏอย่างแพร่หลาย โดยมีรายละเอียดของขอบเขตการมองดังนี้

1) สิ่งที่สนใจหรือสิ่งเร้า (stimulus) คือ ส่วนหรือบริเวณของสีที่ต้องการทราบค่าสี ซึ่งมีขนาดขึ้นอยู่กับบริเวณที่สนใจจะสังเกต โดยปกติแล้วจะมีขนาดประมาณมุมการมอง 2 องศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2) ขอบของภาพ (proximal field) คือส่วนหรือบริเวณที่อยู่ติดชิดกับสิ่งเร้า ซึ่งจะมีพื้นที่ครอบคลุมโดยรอบสิ่งเร้า มีขนาดประมาณมุมการมอง 2 องศา จากขอบสิ่งเร้า

3) พื้นหลัง (background) คือบริเวณที่ติดอยู่กับขอบของภาพ ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่โดยรอบของสิ่งเร้า มีขนาดประมาณมุมการมอง 10 องศา จากขอบของขอบของภาพ แต่ถ้าสีของขอบของภาพ เป็นสีเดียวกันกับสีของพื้นหลัง ให้ถือว่าส่วนที่ชิดและติดกับ stimulus คือส่วนของพื้นหลัง

4) พื้นที่แวดล้อม (surround) คือ ส่วนหรือบริเวณที่อยู่โดยรอบและอยู่นอกเหนือจากพื้นหลัง

2.1.9. วิธีการมองเปรียบเทียบภาพ (viewing techniques for image comparisons)

การมองเพื่อเปรียบเทียบภาพระหว่างภาพตั้งแต่ 2 ภาพขึ้นไป มีอยู่ 5 วิธี [20] ได้แก่

1.) Memory viewing

มองภาพทั้งสองภาพไม่พร้อมกัน คือ มองภาพหนึ่งก่อนแล้วจดจำไว้ จากนั้นจึงมองภาพอีกภาพหนึ่งและเปรียบเทียบภาพจากความทรงจำ วิธีการนี้มีข้อดีคือผู้สังเกตสามารถปรับสายตาให้เข้ากับสภาวะการมองเห็นได้อย่างเต็มที่ในแต่ละภาพ แต่ใช้เวลาในการสังเกตและทำการทดลองค่อนข้างนาน ซึ่งมีโอกาสคลาดเคลื่อนได้สูงเพราะผู้สังเกตใช้การจำในการทำการทดลอง

2.) Successive-Binocular Viewing

มีวิธีการมองแบบเดียวกันกับวิธี memory viewing แต่แตกต่างกันที่ผู้สังเกตสามารถย้อนกลับไปมองภาพที่มองก่อนหน้านี้ได้

3.) Simultaneous-Binocular Viewing

เป็นวิธีการมองเปรียบเทียบภาพที่สามารถเปรียบเทียบภาพที่ต้องการได้พร้อมกันทั้งหมดและปรับสายตา ให้เข้ากับภาพแต่ละภาพไปพร้อม ๆ กัน วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและสอดคล้องกับพฤติกรรมการมองของมนุษย์โดยทั่วไป

4.) Simultaneous-Haploscopic Viewing

เป็นวิธีการมองที่ใช้เปรียบเทียบภาพ โดยแบ่งให้ตาทั้งสองข้างมองภาพคนละภาพโดยอาศัยเครื่องมือกั้นระหว่างดวงตาแต่ละข้าง วิธีการนี้ใช้ระยะเวลาค่อนข้างสั้น แต่ไม่ค่อยสอดคล้องกับพฤติกรรมการมองปกติของมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.) Successive-*Ganzfeld*-Haploscopic Viewing

วิธีการนี้คล้ายกับวิธี simultaneous-haploscopic viewing แต่ต่างกันที่ดวงตาแต่ละข้างจะมองเห็นภาพไม่พร้อมกัน โดยเมื่อตาซ้ายมองภาพที่ 1 ตาข้างขวาจะถูกปิดด้วยแผ่นกรองแสงกระเจิง และเมื่อตาข้างขวามองภาพที่ 2 ตาข้างซ้ายก็จะถูกปิดด้วยแผ่นกรองแสงกระเจิงเช่นเดียวกัน ซึ่งผู้สังเกตสามารถมองภาพที่ 1 และภาพที่ 2 สลับไปมาได้ วิธีการนี้ใช้ระยะเวลาในการทดลองไม่มาก แต่ผู้สังเกตจะรู้สึกว่าลักษณะการมองที่ใช้ในการทดลองไม่เป็นธรรมชาติ

2.1.10 วิธีการทางไซโคฟิสิกส์

การประเมินการรับรู้ของมนุษย์ [21, 22] ให้เป็นปริมาณที่วัดได้ โดยอาศัยวิธีการทางไซโคฟิสิกส์ มีสิ่งเร้าจะกระตุ้นการตอบสนองต่อการรับรู้และสามารถวัดค่าระดับการรับรู้ได้ด้วยการใช้มาตรวัดการรับรู้ (perceptual scale) ถ้าการรับรู้ของผู้สังเกตอยู่เหนือจุดเปลี่ยนการรับรู้แสดงว่าผู้สังเกตตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ดีกว่าการรับรู้ที่อยู่ใต้จุดเปลี่ยนการรับรู้ สามารถแบ่งวิธีการประเมินการรับรู้ทางไซโคฟิสิกส์เป็น 4 ลักษณะได้แก่

- วิธีปรับเพิ่ม-ลด (method of adjustment) [23] เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด โดยให้ผู้สังเกตเป็นผู้ควบคุมขนาด หรือปริมาณของสิ่งเร้าด้วยตนเอง ปรับจนกระทั่งถึงจุดที่สามารถแยกแยะได้ถึงความแตกต่างของสิ่งเร้าที่เปลี่ยนไปจากเดิมหรือจากที่จุดเริ่มต้นของสิ่งเร้า ข้อจำกัดของวิธีนี้คือ ผู้สังเกตบางคนจะเกิดความลังเล ทำให้ใช้เวลานานในการปรับ ตัวอย่างเช่นผู้สังเกตทั้งสองคน ได้แก่ ผู้สังเกต A และผู้สังเกต B พยายามปรับระดับความสว่างของแสงไฟให้เท่ากับกับแสงจากหลอดไฟอ้างอิงที่ถูกเปิดให้มีระดับความสว่าง 100 ลักซ์ โดยการปรับความสว่างทั้งสิ้น 10 ครั้ง และให้ผลแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าที่ปรับได้จากการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน 100 ลักซ์ ในการปรับแต่ละครั้ง [23]

Observer/trial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	98	99	104	97	102	103	97	102	93	101
B	91	97	89	108	111	99	93	108	95	100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 2.3 จะพบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสองคนมีค่าต่างกันเล็กน้อย แต่คะแนนของผู้สังเกตการณ์ B มีความแปรปรวนมากกว่า ซึ่งความแปรปรวนนี้ที่ใช้เพื่อแยกระดับความไวของผู้สังเกต

- วิธีการหาลิมิต (method of limits) เป็นวิธีที่สามารถจัดเตรียมสิ่งเร้าไว้ได้ล่วงหน้าโดยกำหนดให้มีระดับที่ต่างกันต่อเนื่องลำดับจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อย เหมาะกับในกรณีที่ขีดเริ่มเปลี่ยนมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น การแสดงภาพที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยเรียงลำดับการแสดงภาพจากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่

โดยจะหยุดการทดสอบเมื่อผู้สังเกตตอบว่ามองเห็นและแสดงภาพจากขนาดใหญ่ไปเล็กและหยุดการทดสอบเมื่อผู้สังเกตตอบว่ามองไม่เห็น ในตารางที่ 2.4 แสดงการกระทำเช่นนี้จนครบ 6 ครั้ง

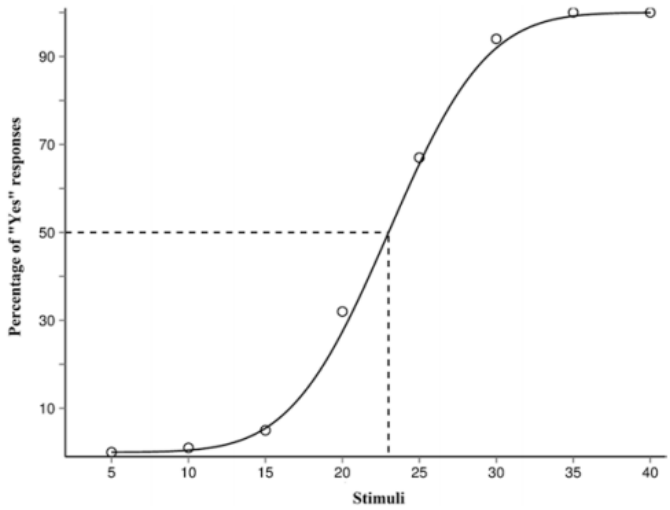
ตารางที่ 2.4 การตอบสนองต่อขนาดของสิ่งเร้าในแต่ละระดับ [23]

Intensity	Series					
	Ascending	Descending	Ascending	Descending	Ascending	Descending
16				Yes		
14				Yes		Yes
12		Yes		Yes		Yes
10		Yes	Yes	No		Yes
8	Yes	Yes	No		Yes	No
6	No	Yes	No		No	
4	No	No	No		No	
2	No		No		No	
0			No		No	
0					No	
Point of transition	7	5	9	11	7	9

จากตารางที่ 2.4 พบว่าขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดภาพ (มีค่าเท่ากับ (7+5+9+11+7+9) ÷ 6 = 8)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

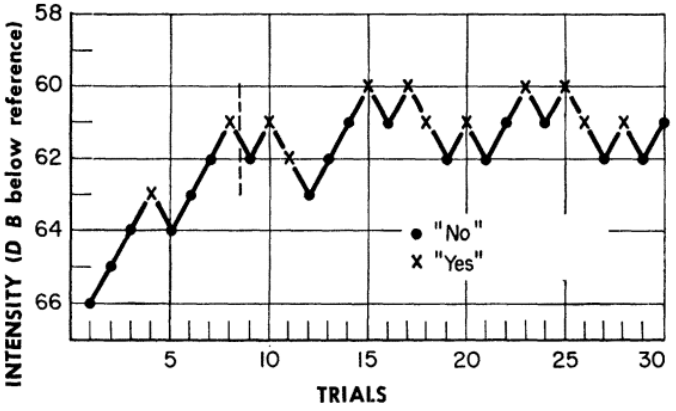
- วิธีคอนสแตนท์สติมูไล (method of constant stimuli) เป็นวิธีที่ผู้เตรียมการทดลองสามารถจัดเตรียมสิ่งเร้าที่มีระดับแตกต่างกัน โดยที่แต่ละระดับมีความห่างที่คงที่และมีความใกล้เคียงกับขีดเริ่มเปลี่ยนที่ประมาณค่าเอาไว้ ความถี่แต่ละระดับที่รับรู้ได้จะเป็นตัวชี้วัดและถูกนำมาแปลงเป็นเส้นโค้งความถี่ของการมองเห็น (frequency-of-seeing curve) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 โดยแกน y คือร้อยละของผู้สังเกตที่ตอบว่ามองเห็นสิ่งเร้าและเส้นประที่ลากตัดแกน x จะบอกได้ถึงขีดเริ่มเปลี่ยนจากการทดลอง เทคนิคนี้ค่อนข้างแม่นยำแต่ใช้เวลานานในการหา



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างเส้นโค้งความถี่ของการมองเห็น [23]

- วิธีขั้นบันได (staircase method) [8] เป็นวิธีที่ซับซ้อนมากขึ้นและปรับปรุงมาจากวิธีการปรับเพิ่ม-ลด โดยในเริ่มต้น ผู้เตรียมการทดลองจะปรับสิ่งเร้าไว้อยู่ในระดับสูงเพื่อให้ผู้สังเกตสามารถมองเห็นได้ชัดเจน จากนั้นจึงปรับลดลงทีละระดับจนกระทั่งผู้สังเกตมองไม่เห็นสิ่งเร้า แล้วจึงเพิ่มระดับจนกระทั่งมองเห็นชัดเจนและปรับลดระดับลง ทำเช่นนี้และบันทึกระดับก่อนที่ผู้สังเกตจะไม่เห็นสิ่งเร้า เพื่อนำมาเฉลี่ยหาจุดเริ่มเปลี่ยน ตัวอย่างเช่น การหาขีดเริ่มเปลี่ยนของระดับเสียงที่ได้ยินจากการทดสอบเสียงสัญญาณที่ระดับเสียงแตกต่างกันโดยจากการทดสอบ 30 ครั้ง ได้ผลดังภาพที่ 2.6 ซึ่งจะพบว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่ได้จากการทดสอบอยู่ที่ระหว่าง 61 และ 62 dB

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 2.6 ข้อมูลจากการทดสอบหาขีดเริ่มเปลี่ยนทางการได้ยินด้วยวิธีขั้นบันได [8]

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lopez M.D.L. [24] ศึกษาการเข้าถึงในการใช้ชีวิตประจำวันของผู้ที่ตาบอดและมีสายตาเลือนรางซึ่งมีความลำบากในการใช้ชีวิตอย่างมากเนื่องจากไม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกที่เอื้อเฟื้อต่อการดำเนินชีวิตของกลุ่มคนข้างต้น ผู้วิจัยพบว่าการออกแบบพื้นที่ภายในอาคารและประตูเข้า-ออกควรที่จะออกแบบให้แต่ละส่วนถูกจัดวางอย่างเป็นระเบียบ มีการใช้สีและป้ายบอกข้อมูล ที่มีขนาดความคมชัด และตำแหน่งการจัดวางที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เครื่องหมายคว รเป็นเครื่องหมายที่เป็นรูปแบบมาตรฐานซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Lomperski T.J. [25] ที่การออกแบบป้ายภายในอาคารที่ควรใช้สีที่มีความเปรียบต่างสีที่เหมาะสมกับการอ่าน ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน และอ่านเข้าใจได้ง่าย ซึ่งพบว่าการใช้สิ่งเร้าที่มีสีตัดกัน เช่น สีขาวและดำ จะช่วยให้การออกแบบสิ่งเร้าไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ เนื่องจากความเปรียบต่างของทั้งสองสีตัดกันชัดเจน

Griffith L.J. และ Leonard S.D. [26] ได้ศึกษาถึงการใช้สีและผลการตอบสนองต่อการใช้สีของผู้สังเกตจำนวน 261 คน จากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าสีแดง สีส้ม สีเหลือง สีเขียวและสีน้ำเงิน พบว่า 79% ของผู้สังเกตตอบให้สีแดงเป็นสิ่งเร้าที่ตอบสนองต่อการสื่อความหมายถึงความอันตราย โดยที่ถัดมาเป็นสีเหลืองที่ 77% ของผู้สังเกตให้เป็นสีที่ตอบสนองต่อการสื่อความหมายให้ระมัดระวังหรือแจ้งเตือน และยังพบว่าสีที่เหมาะแก่การใช้งานเพื่อให้เกิดความสนใจเป็นสิ่งเร้าที่ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งมีผู้สังเกตจำนวน 47% เลือกตอบ

Chung S.T.L และคณะ [27] ได้ศึกษาเปรียบเทียบฟังก์ชันความไวความเปรียบต่างระหว่างผู้สังเกตสายตาปกติจำนวน 5 คน และผู้สังเกตสายตาเลือนราง จำนวน 20 คน ต่อสิ่งเร้าแบบเกรทติงชนิดคลื่นรูปไซน์ที่มีขนาด 5 ช่วงคลื่น ซึ่งจากการทดสอบพบว่าในผู้สังเกตสายตาปกติมีความไวต่อการตอบสนองสิ่งเร้าขนาด 2.5 ช่วงคลื่นต่อองศาการมอง มากที่สุดในขณะที่ผู้สังเกตสายตาเลือนรางจะมีการตอบสนองที่แย่กว่าอันเนื่องมาจากระดับการมองเห็นที่ลดลงทำให้สิ่งเร้าจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ขึ้น

Zielinska O.A. และคณะ [28] ศึกษาการรับรู้สีของผู้สังเกตที่มีการมองเห็นสีปกติทั้ง 90 คน ต่อกลุ่มสีที่ใช้สื่อสารบอกข้อมูลบนป้ายแจ้งเตือนเพื่อความปลอดจาก American National Standard Institute (ANSI), International Organization for Standardization (ISO), Federal Highway Administration (FHWA) และสีสะท้อนแสงจาก 3M (สีส้ม, สีเหลือง และสีเขียวเหลือง) รวมทั้งสิ้น 33 เฉดสี โดยในการทดสอบจะให้ผู้สังเกตจัดอันดับและระดับซึ่งสีนั้นแสดงถึงความสำคัญของข้อมูลและความอันตรายของการแจ้งเตือนด้วยสีดังกล่าว ซึ่งพบว่า สีแดง ถูกจัดอันดับให้เป็นสีที่แสดงถึงระดับความอันตรายสูงที่สุดในทุกระบบสี โดยที่ สีแดง จาก ANSI (Safety Red, 7.5R

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4/14) มีระดับความอันตรายสูงสุดและแตกต่างจากสีแดงของ ISO (Signal Red, 3001) และ FHWA (Pantone, 187) อย่างมีนัยสำคัญรวมถึงสีสะท้อนแสงจาก 3M ทั้งสามสีก็ถูกจัดอันดับให้แสดงถึงความอันตรายในระดับสูงด้วยเช่นกัน ในขณะที่สีส้มสะท้อนแสง (3M) ถูกจัดระดับให้บอกถึงระดับความอันตรายสูงสุด โดยสีส้มสะท้อนแสง (3M) และสีแดง (ANSI) ถูกจัดให้เป็นสีที่บอกถึงระดับความสำคัญของข้อมูลได้ดีที่สุด

Chen C. และ Huang K. [29] ได้ทำการศึกษาถึงระยะเวลาในผู้สังเกตในกลุ่มที่มีระดับความคมชัดของสายตาแตกต่างกัน ได้แก่ ผู้ที่มีระดับความคมชัดในการมองเห็นเป็นปกติ สายตาสั้น และผู้ที่มีสายตาเลือนราง จำนวน 48 คนใช้ในการเอื้อมมือเพื่อปิดดวงไฟแอลอีดีสีขาวที่มีระยะห่าง 30, 35 และ 40 เซนติเมตร บนพื้นหลังแสงสีที่แตกต่างกัน คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลือง จากผลการทดลองพบว่าผู้สังเกตสายตาเลือนรางที่มีระดับสายตาด้อยที่สุดใช้ระยะเวลาในการเอื้อมมากกว่ากลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติและสายตาสั้นอย่างมีนัยสำคัญ และยังพบอีกว่ากลุ่มผู้สังเกตมีการตอบสนองต่อพื้นหลังแสงสีน้ำเงินได้รวดเร็วกว่าพื้นหลังแสงสีแดงอย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

3.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาของ LENOVO รุ่น ideapad 500S

- CPU รุ่น Intel Core i7- 6500U / 2.5 GHz
- จอ LED Backlight HD ขนาด 14 นิ้ว
- อัตราส่วนของ Widescreen: 16:9
- ความละเอียดของจอที่ใช้งาน: 1,360 x 768 พิกเซล
- Colour gamut: sRGB (ภาคผนวก ก.)

3.1.2 สเปกโตรเรดิโอมิเตอร์ของ Konica Minolta รุ่น CS-1000A

- เลนส์ที่ใช้: Standard lens
- Wavelength range: 380-780 นาโนเมตร
- Spectral bandwidth: 5 นาโนเมตร
- Display wavelength bandwidth: 1 นาโนเมตร
- Wavelength resolution: 0.9 นาโนเมตรต่อพิกเซล
- Wavelength precision: ±0.3 นาโนเมตร (Median wavelength: 546.1 นาโนเมตร)
- Luminance accuracy: ±2%, ±1 digit
- Chromaticity accuracy: x±0.0015, y±0.001
- Luminance range: 1 – 8,000 แคนเดลาต่อตารางเมตร
- Luminance repeatability: ±0.1%, ±1 digit
- Chromaticity xy repeatability: ±0.0002
- Polarization error: < 5% (400-780 นาโนเมตร)

3.1.3 เครื่องวัดความสว่างของ Konica Minolta รุ่น CL-200

- Receptor: Silicon photocell
- Measuring range: 0.1 – 99,990 ลักซ์
- Illuminance accuracy: ±2%, ±1 digit

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

– Chromaticity xy accuracy: ±0.002

– Illuminance repeatability: 0.5%, ±1 digit

– Chromaticity xy repeatability: ±0.0005

3.1.4 โปรแกรมและเครื่องวัดสีคัลเลอริมิเตอร์ X-Rite i1Pro

3.1.5 โปรแกรม Adobe Photoshop CS3

3.1.6 โปรแกรม Capture One

3.1.7 โปรแกรม ACDSee Pro 4

3.1.8 โปรแกรม Microsoft Office Excel 2010

3.1.9 โปรแกรม Microsoft Office Word 2010

3.1.10 ห้องมืดมีความกว้าง 130 เซนติเมตร ความสูง 190 เซนติเมตร และความลึก 180 เซนติเมตร

3.1.11 กล้องถ่ายภาพยี่ห้อ SONY รุ่น α-5000

3.2 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาแบบลูกศร ขนาดและการปรับรูปแบบการนำเสนอของลูกศร ด้วยสีเพื่อความปลอดภัย ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในที่ทำการไปรษณีย์สำหรับคนสายตาเลือนราง การทดลองแบ่งออกเป็น 5 การทดลอง ซึ่งขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัยในแต่ละการทดลองจะแบ่งออกเป็นอีก 3 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการทดลอง การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตและการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ละการทดลองมีขั้นตอนและรายละเอียด ดังนี้

3.2.1 กลุ่มผู้สังเกตในแต่ละการทดลอง

3.2.1.1 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 1

กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตเป็นกลุ่มคนทั่วไป 20 คน เพศชาย จำนวน 10 คน และเพศหญิง จำนวน 10 คนมีอายุระหว่าง 20-22 ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ผู้สังเกตทุกคนมีการมองเห็นเป็นปกติ และไม่เป็นตาบอดสี

3.2.1.2 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 2

กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตเป็นกลุ่มคนทั่วไป 20 คน เพศชาย จำนวน 10 คน และเพศหญิง จำนวน 10 คนมีอายุระหว่าง 20-22 ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ผู้สังเกตทุกคนมีการมองเห็นเป็นปกติ และไม่เป็นตาบอดสี

3.2.1.3 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 3

กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตเป็นกลุ่มคนทั่วไป 5 คน เพศชาย จำนวน 2 คน และเพศหญิง จำนวน 3 คน อายุระหว่าง 20-21 ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ผู้สังเกตทุกคนมีการมองเห็นเป็นปกติ และไม่เป็นตาบอดสี

3.2.1.4 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 4

กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตเป็นกลุ่มคนทั่วไป 8 คน เพศชาย จำนวน 4 คน และเพศหญิง จำนวน 4 คน อายุระหว่าง 20-21 ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ผู้สังเกตทุกคนมีการมองเห็นเป็นปกติ และไม่เป็นตาบอดสี

3.2.1.5 กลุ่มผู้สังเกตในการทดลองที่ 5

แบ่งผู้สังเกตออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1) กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตเป็นกลุ่มคนทั่วไป 8 คน เพศชาย จำนวน 4 คน และเพศหญิง จำนวน 4 คน อายุระหว่าง 20-21 ปี อายุเฉลี่ย 21 ปี ผู้สังเกตทุกคนมีการมองเห็นเป็นปกติ และตาไม่บอดสี โดยในการทดลองจะแบ่งผู้สังเกตกลุ่มนี้เป็น 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยละ 4 คน แต่ละกลุ่มจะมีเพศชาย จำนวน 2 คน และเพศหญิง จำนวน 2 คน (ผู้สังเกตกลุ่มที่ 1 จะทดลองเพื่อเปรียบเทียบเวลาการตอบสนองกับผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนรางที่มีระดับสายตาอยู่ในช่วง 0.05-0.32 และผู้สังเกตกลุ่มที่ 2 จะทดลองเพื่อเปรียบเทียบเวลาการตอบสนองกับผู้สังเกตที่มีที่มีระดับสายตาต่ำกว่า 0.05)

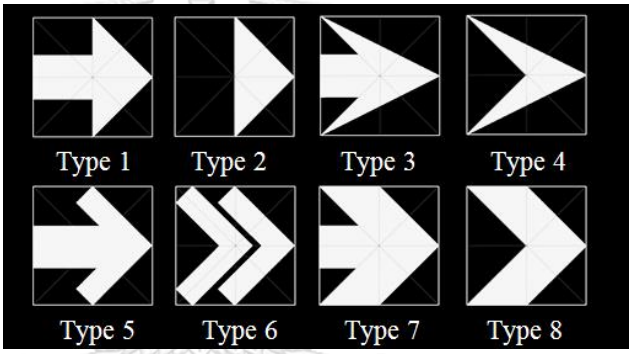
2) กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนรางที่มีระดับสายตาอยู่ในช่วง 0.05-0.32 จำนวน 4 คน เพศชาย จำนวน 1 คน และ เพศหญิง จำนวน 3 คน อายุระหว่าง 14-43 ปี อายุเฉลี่ย 29±15 ปี

3) กลุ่มตัวอย่างผู้สังเกตที่มีระดับสายตาต่ำกว่า 0.05 จำนวน 4 คน เพศชาย จำนวน 3 คน และ เพศหญิง จำนวน 1 คน อายุระหว่าง 25-40 ปี อายุเฉลี่ย 32±6 ปี

3.2.2 การทดลองที่ 1 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศร

3.2.2.1 การเตรียมการทดลอง

1) คัดเลือกเครื่องหมายลูกศรที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งคัดเลือกจากการสำรวจเครื่องหมายลูกศรที่มีการใช้งานอยู่จริงและพบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน โดยแบบของลูกศรที่คัดเลือกจะแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ ลูกศรแบบมีหางและลูกศรแบบไม่มีหาง รวมทั้งสิ้น 8 แบบ (ภาพที่ 3.1)

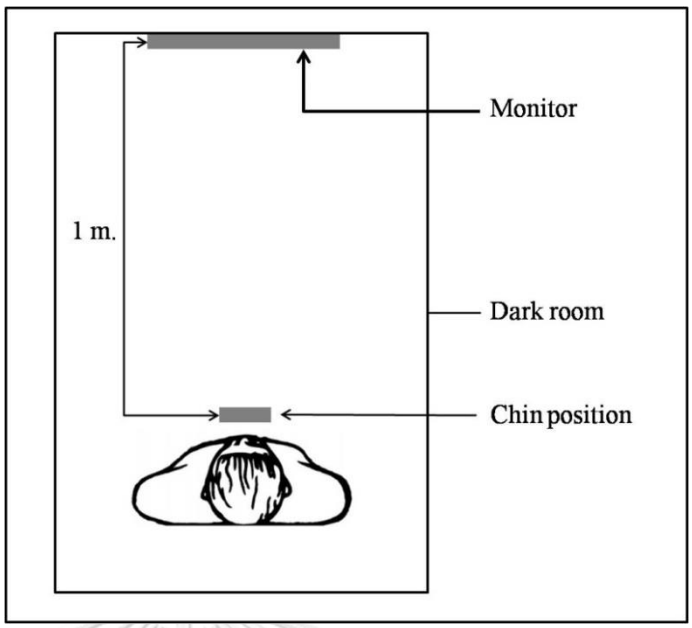


ภาพที่ 3.1 แบบของลูกศร 8 แบบ

2) เตรียมภาพสำหรับทดลองเพื่อหาขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศรด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop โดยสร้างรูปภาพที่มีเครื่องหมายลูกศรสีขาวบนพื้นหลังสีดำโดยมีลูกศรที่มีขนาดมุมการมอง 9.5, 9.0, 8.5, 8.0, 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5 และ 2.0 องศา เมื่อผู้สังเกตนั่งห่างจากภาพระยะ 1 เมตรและบันทึกภาพเป็นนามสกุล .BMP

3) เตรียมหน้าจอสำหรับแสดงภาพ โดยคาลิเบรทจอภาพด้วยโปรแกรมและสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ X-Rite i1Pro

4) ห้องมืดที่ใช้ในการทดสอบ จะกำหนดระยะห่างระหว่างระดับสายตาของผู้สังเกตกับจอภาพ 100 เซนติเมตร โดยจอภาพตั้งฉากกับระดับสายตาของผู้สังเกตซึ่งสูงจากพื้น 130 เซนติเมตร ในขณะที่ผู้สังเกตนั่งอยู่บนเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับสูง-ต่ำได้ (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 สภาพแวดล้อมขณะทำการทดลอง

5) แว่นตาจำลองการมองเห็นเลือกใช้เลนส์แว่นจำลองการมองเห็นแบบตามัว (BL) และการมองเห็นเลือนรางเนื่องมาจากหลอดเลือดจอประสาทตาอุดตัน (OLS) ที่ให้ค่าความคมชัดสายตา 0.04 และเลนส์จำลองชนิดลานสายตาแคบ (NV) ที่ให้ค่าระดับลานสายตา 10 องศา เพื่อใช้ในการทดลองซึ่งครอบคลุมช่วงของค่าระดับสายตาและ ลานสายตาของผู้ที่มีสายตาเลือนราง คือ 0.05-0.3 และ 10-30 องศา (อ้างอิงจาก ICD-10 V.2016 ในหัวข้อ H54 Visual impairment including blindness (binocular or monocular))

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.2.2 การทดลองกับผู้สังเกต

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยจะอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดสอบซึ่งผู้สังเกตจะเป็นผู้ที่มองจอภาพและเลื่อนเปลี่ยนภาพด้วยแป้นพิมพ์ด้วยตนเอง ก่อนที่จะให้คำตอบแก่ผู้วิจัยว่าภาพใดคือขีดเริ่มเปลี่ยนที่ผู้สังเกตเลือก พร้อมกับให้ผู้สังเกตซักถามข้อสงสัยเมื่อเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว จึงอธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อเลือกภาพโดยการแสดงภาพด้วยโปรแกรม ACDSee Pro 4 และให้ผู้สังเกตเข้านั่งในห้องมืดเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อปรับสายตาก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มทดลองจะให้ผู้สังเกตสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นครั้งละ 1 ชนิด วางคางไว้ที่จุดวางคางที่ปรับระดับให้ระดับสายตาอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของจอภาพ

หน้าผากชิดกับที่กั้น และมองไปยังจอภาพซึ่งจะปรากฏภาพเครื่องหมายลูกศรแบบที่ 1 ขนาดมุมการมอง 9.5 องศา จากนั้นให้ผู้สังเกตกดเลื่อนภาพด้วยเครื่องหมายลูกศรซ้าย-ขวาบนแป้นพิมพ์เพื่อลดหรือเพิ่มขนาดของลูกศรซึ่งมีทั้งสิ้น 16 ขนาดมุมการมอง คือ 9.5, 9.0, 8.5, 8.0, 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5 และ 2.0 องศา ตามลำดับ จากนั้นให้ผู้สังเกตตอบแก่ผู้วิจัยว่าลูกศรภาพใดที่ผู้สังเกตสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน ก่อนภาพลูกศรถัดมาซึ่งมีขนาดเล็กกว่าและมองไม่เห็น ทำเช่นเดิมจนครบลูกศรทั้ง 8 แบบ แล้วพักสายตาสักครู่ จากนั้นจึงเปลี่ยนชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น ทำเช่นเดิมแบบนี้จนครบ แว่นตาจำลองการมองเห็นทั้ง 3 แบบ

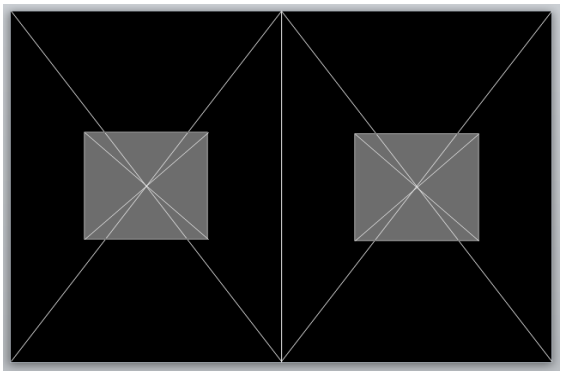
3.2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการเลือกที่ได้มาวิเคราะห์หาขนาดที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับลูกศรที่จะถูกสร้างขึ้นในการทดลองที่ 2 ต่อไป

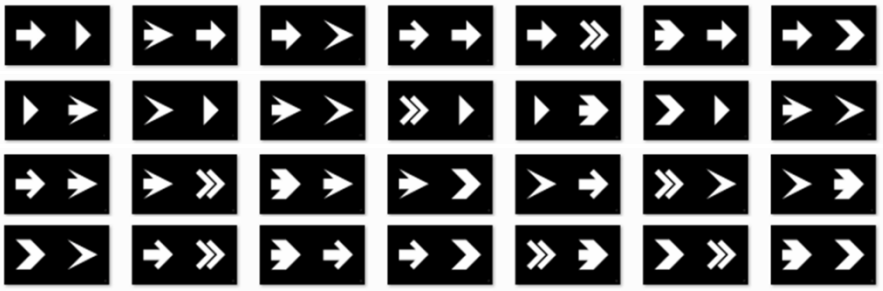
3.2.3 การทดลองที่ 2 เลือกแบบของลูกศร

3.2.3.1 การเตรียมการทดลอง

เตรียมภาพสำหรับทดลองโดยสร้างลูกศรทั้ง 8 แบบ ให้มีขนาดของเครื่องหมายดังผลที่ได้จากการทดลองที่ 1 และสร้างรูปภาพที่จุดกึ่งกลางของเครื่องหมายลูกศรสีขาวอยู่บนจุดตัดกึ่งกลางบนพื้นหลังสีดำที่ถูกแบ่งครึ่งออกเป็นสองส่วนในแนวตั้ง (ภาพที่ 3.3) ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop โดยจะสร้างรูปภาพให้เครื่องหมายลูกศรชี้ไปทางด้านขวาอยู่คู่กันแบบพบกันหมดทุกรูปแบบ (ภาพที่ 3.4) บันทึกภาพเป็นนามสกุล .BMP



ภาพที่ 3.3 การวางตำแหน่งของลูกศร



ภาพที่ 3.4 ภาพที่ใช้ทดลองการเลือกแบบของลูกศร

3.2.3.2 การทดลองกับผู้สังเกต

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยจะอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดสอบ พร้อมกับให้ผู้สังเกตซักถามข้อสงสัย เมื่อเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว จึงอธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อเลือกเครื่องหมายลูกศรที่แสดงภาพด้วยโปรแกรม ACDSee Pro 4 และให้ผู้สังเกตเข้านั่งในห้องมืดเป็นเวลา 5-10 นาทีเพื่อปรับสายตาก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มทดลองจะให้ผู้สังเกตสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นครั้งละ 1 ชนิด วางคางไว้ที่จุดวางคางที่ปรับระดับให้ระดับสายตาอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของจอภาพ หน้าผากชิดกับที่กั้น และมองไปยังจอภาพซึ่งจะปรากฏภาพซึ่งมีเครื่องหมายลูกศร 2 แบบบนพื้นหลังสีดำ จากนั้นให้ผู้สังเกตตอบแก่ผู้วิจัย ว่าลูกศรแบบซ้ายหรือแบบขวาที่ผู้สังเกตเห็นแล้วสามารถสื่อสารบอกทิศทางไปทางด้านขวาได้ดีกว่าอีกแบบหนึ่ง ทำเช่นเดิมจนครบทุกภาพ พักสายตา ทำเช่นเดิมแบบนี้จนครบแว่นตาจำลองการมองเห็นทั้ง 3 แบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ความถี่การเลือกลูกศรจำแนกตามชนิดของแว่นตาจำลองการมองเห็น

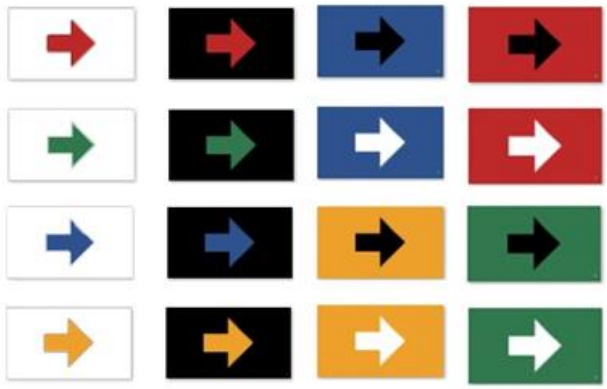
2) เปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่การเลือกลูกศรระหว่างลูกศรแบบเดียวกันในแว่นตาจำลองการมองเห็นที่ต่างชนิดกัน

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่การเลือกลูกศร แบบไม่จำแนกตามประเภทของแว่นตาจำลองการมองเห็น

3.2.4 การทดลองที่ 3 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศรที่ได้จากปรับรูปแบบการนำเสนอ

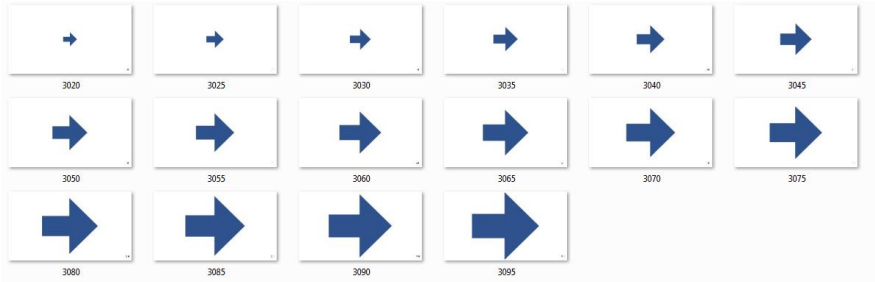
3.2.4.1 การเตรียมการทดลอง

1) เตรียมภาพสำหรับทดลอง นำลูกศรที่ได้จากการคัดเลือกในขั้นตอนที่ 2 มาปรับรูปแบบการนำเสนอด้วยการเพิ่มการใช้สีเพื่อความปลอดภัยอีก 4 สีที่มีรูปแบบการสร้างดังนี้ ลูกศรสีขาวบนพื้นหลังสีเพื่อความปลอดภัย ลูกศรสีดำบนพื้นหลังสีขาว ลูกศรสีดำบนพื้นหลังสีเพื่อความปลอดภัย ลูกศรสีเพื่อความปลอดภัยบนพื้นหลังสีดำ และลูกศรสีเพื่อความปลอดภัยบนพื้นหลังสีขาว รวม 16 รูปแบบ (ภาพที่ 3.5) ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop ซึ่งลูกศรแต่ละรูปแบบจะมีขนาดของลูกศร 16 ขนาดมุมการมอง คือ 9.5, 9.0, 8.5, 8.0, 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5 และ 2.0 องศา (ภาพที่ 3.6) และบันทึกภาพเป็นนามสกุล .BMP



CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 3.5 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอด้วยสีเพื่อความปลอดภัย



ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในกรณีลูกศรสีน้ำเงินบนพื้นหลังสีขาว

2) ค่าสีที่นำมาใช้กับการปรับรูปแบบการนำเสนอลูกศรในแต่ละสี ได้จากการสำรวจที่ทำการไปรษณีย์จำนวน 4 แห่ง ได้แก่ ที่ทำการไปรษณีย์หัวหิน (จังหวัดประจวบคีรีขันธ์) ที่ทำการไปรษณีย์หัวโป่ง (จังหวัดราชบุรี) ที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช (จังหวัดราชบุรี) และที่ทำการไปรษณีย์อ้อมน้อย (จังหวัดนครปฐม) โดยสำรวจวัดค่าความส่องสว่าง (illuminance) ของแสงที่ตกลงบนพื้นด้านหน้าพื้นที่ให้บริการ อุณหภูมิสีของแหล่งกำเนิดแสง และค่าสีของแถบสี Munsell ได้แก่ สีแดง (7.5R 4/14) สีเขียว (5G 4/9) สีน้ำเงิน (2.5PB 3/10) และสีเหลือง (10YR 7/14) ตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย มอก. 635-2554. ซึ่งวัด ณ จุดที่วัดแสงข้างต้น

3.2.4.2 การทดลองกับผู้สังเกต

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการทดสอบ ซึ่งผู้สังเกตจะเป็นผู้ที่มองจอภาพและเลื่อนเปลี่ยนภาพโดยใช้แป้นพิมพ์ด้วยตนเอง ก่อนให้คำตอบแก่ผู้วิจัยว่าภาพใดคือขีดเริ่มเปลี่ยนที่ผู้สังเกตเลือก พร้อมกับให้ผู้สังเกตซักถามข้อสงสัย เมื่อเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว จึงอธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อเลือกภาพโดยการแสดงภาพด้วยโปรแกรม ACDSee Pro 4 และให้ผู้สังเกตเข้านั่งในห้องมืดเป็นเวลา 5-10 นาที เพื่อปรับสายตาก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มทดลองจะให้ผู้สังเกตสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นครั้งละ 1 ชนิด วางคางไว้ที่จุดวางคางที่ปรับระดับให้ระดับสายตาอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของจอภาพ หน้าผากชิดกับที่กั้น และมองไปยังจอภาพซึ่งจะปรากฏภาพเครื่องหมายลูกศรแบบที่ 1 ขนาดมุมการมอง 9.5 องศา จากนั้นให้ผู้สังเกตกดเลื่อนภาพด้วยเครื่องหมายลูกศรซ้าย-ขวาบนแป้นพิมพ์เพื่อลดหรือเพิ่มขนาดของลูกศรซึ่งมีทั้งสิ้น 16 ขนาดมุมการมอง คือ 9.5, 9.0, 8.5, 8.0, 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 3.0, 2.5 และ 2.0 องศา ตามลำดับ และให้ผู้สังเกตตอบผู้วิจัย ว่าลูกศรภาพใดที่ผู้สังเกตสามารถเห็นได้อย่างชัดเจนก่อนที่ภาพลูกศรมีขนาดเล็กลง และมองไม่เห็น ทำเช่นเดิมจนครบลูกศรทั้ง 16 แบบ พักสายตา ทำเช่นเดิมแบบนี้จนครบแว่นตาจำลองการมองเห็นทั้ง 3 แบบ

3.2.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการเลือกที่ได้มาวิเคราะห์หาขนาดที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้กับลูกศรที่จะถูกสร้างขึ้นในการทดลองที่ 4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.5 การทดลองที่ 4 เวลาการตอบสนองต่อลูกศร

3.2.5.1 การเตรียมการทดลอง

1) เตรียมภาพสำหรับทดลองโดยใช้ภาพลูกศรที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 3 และสร้างลูกศรด้วยการใส่ขอบลูกศรขนาด 0.5 องศาการมอง [27] ที่แผ่ขยายเข้าสู่ด้านในของลูกศรจากภาพลูกศรชุดเดิมเพิ่มขึ้นอีก 16 แบบ ซึ่งการเพิ่มขอบมี 2 ลักษณะ คือ ขอบสีขาวสำหรับลูกศรเดิม ที่เป็นลูกศรสีบนพื้นหลังสีดำ และลูกศรสีดำบนพื้นหลังสี และขอบสีดำสำหรับลูกศรเดิม ที่เป็นลูกศรสีบนพื้นหลังสีขาว และลูกศรสีขาวบนพื้นหลังสี (ภาพที่ 3.7) พร้อมทั้งเพิ่มการบอกทิศทางของลูกศรแต่ละแบบให้มี 4 ทิศทาง คือ บน ล่าง ซ้าย และขวา รวมมีลูกศรทั้งสิ้น 128 ภาพ

ภาพที่ 3.7 ลูกศรที่ใช้ในการทดลองที่ 4

2) จัดทำแผ่นบังจอภาพซึ่งเจาะช่องตรงกลางเพื่อลดขนาดของจอภาพให้เหลือเพียงลูกศรบนพื้นหลังขนาด 768 x 768 พิกเซล

3) จัดทำแท่นวางแป้นพิมพ์ที่ใช้สำหรับให้ผู้สังเกตกดตอบทิศทางของลูกศรที่ปรากฏบนจอภาพที่สามารถวาง ปรับระดับและใช้งานได้โดยสะดวก

3.2.5.2 การทดลองกับผู้สังเกต

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดสอบ พร้อมกับให้ผู้สังเกตซักถามข้อสงสัย เมื่อเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว จึงอธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อเลือกเครื่องหมายลูกศร มีการบันทึกเวลาและทิศทางที่ผู้สังเกตกดตอบผ่านแป้นพิมพ์และให้ผู้สังเกตเข้านั่งในห้องมืดเป็นเวลา 5-10 นาทีเพื่อปรับสายตาก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มทดลองจะให้ผู้สังเกตสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นครั้งละ 1 ชนิด วางคางไว้ที่จุดวางคางที่ปรับระดับให้ระดับสายตาอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของจอภาพ หน้าผากชิดกับที่กั้น วางมือบนแท่นวางแป้นพิมพ์และวางนิ้วที่ใช้กดปุ่มไว้บนจุดพักที่อยู่บนแป้นพิมพ์ แล้วมองไปยังจอภาพซึ่งจะปรากฏภาพพักสีเทากลางเป็นเวลา 10 วินาที ก่อนที่ภาพแรกจะแสดงขึ้นบนจอภาพแบบสุ่ม ให้ผู้สังเกตกดตอบทิศทางของลูกศรที่ปรากฏบนจอภาพผ่านการกดปุ่มบนแป้นพิมพ์ เมื่อตอบจะปรากฏภาพพักหน้าจอขึ้นเป็นเวลา 10 วินาทีเช่นเดิมเพื่อรอภาพต่อไปปรากฏขึ้น ทำเช่นนี้จนครบทุกภาพ พักสายตา แล้วจึงเปลี่ยนแว่นตาจำลองการมองเห็น และทำเช่นเดิมกับแว่นตาจำลองการมองเห็นทั้ง 3 แบบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างลูกศรแบบไม่มีขอบกับลูกศรแบบมีขอบที่อยู่ในกลุ่มสีเดียวกัน

2) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่แตกต่างกัน

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างแว่นตาจำลองการมองเห็นต่างชนิดกัน

4) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างลูกศรในกลุ่มสีเดียวกันโดยไม่จำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างลูกศรในกลุ่มสีเดียวกันโดยจำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น

3.2.6 การทดลองที่ 5 เวลาการตอบสนองต่อภาพที่ลูกศรจำลองติดบนพื้นในที่ทำการไปรษณีย์

3.2.6.1 การเตรียมการทดลอง

ภาพที่ใช้ในการทดลอง ได้จากภาพถ่ายจากที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว และที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช บริเวณพื้นด้านหน้าพื้นที่ให้บริการและประตูทางเข้า-ออก ด้วยกล้องยี่ห้อ SONY รุ่น α-5000 บันทึกภาพโดยมี Color Checker ในภาพ โดยไม่เปิดแฟลชขณะบันทึกภาพ และใช้ร่วมกับขาตั้งกล้อง มุมก้ม 45° จากนั้นนำภาพที่ได้จากการบันทึกมาปรับแต่งต่อ ดังนี้

- ปรับสมดุลสีขาวของภาพโดยอิงกับสีขาวบน Color Checker ในภาพด้วยโปรแกรม Capture One และบันทึกภาพเป็นนามสกุล .TIFF สำหรับขั้นตอนต่อไป
- ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการเตรียมภาพสำหรับการทดลองโดยนำเครื่องหมายลูกศรที่ได้รับคัดเลือกจากการทดลองที่ 4 มาวางในตำแหน่งกึ่งกลางของภาพ และปรับสัดส่วนของเครื่องหมายให้ดูเหมือนจริง แต่ยังคงมีส่วนที่กว้างที่สุดของเครื่องหมายเท่าเดิม (ภาพที่ 3.8 และ 3.9) และบันทึกภาพเป็นนามสกุล .BMP

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลอง พื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว บริเวณด้านหน้าพื้นที่ให้บริการ (ซ้าย) และบริเวณประตูเข้า-ออก (ขวา)

ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการทดลอง พื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช บริเวณด้านหน้าพื้นที่ให้บริการ (ซ้าย) และบริเวณประตูเข้า-ออก (ขวา)

3.2.6.2 การทดลองกับผู้สังเกต

ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดสอบ พร้อมกับให้ผู้สังเกตซักถามข้อสงสัย เมื่อเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว จึงอธิบายขั้นตอนการทดลองเพื่อเลือกเครื่องหมายลูกศร บันทึกเวลาและทิศทางที่ผู้สังเกตตอบ ให้ผู้สังเกตเข้านั่งในห้องมืดเป็นเวลา 5-10 นาทีเพื่อปรับสายตาก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อเริ่มทดลองจะให้ผู้สังเกต (กรณีผู้สังเกตสายตาจะปกติสวมแว่นตาจำลองการมองเห็น) วางคางไว้ที่จุดวางคางที่ปรับระดับให้ระดับสายตาอยู่ตรงจุดกึ่งกลางของจอภาพหน้าผากชิดกับที่กั้น แล้วมองไปยังจอภาพซึ่งจะปรากฏภาพพักสีเทากลางเป็นเวลา 10 วินาทีก่อนที่ภาพแรกจะแสดงขึ้นบนจอภาพแบบสุ่ม ผู้วิจัยจะเป็นผู้กดคำตอบที่ผู้สังเกตตอบ เมื่อตอบจะปรากฏภาพพักหน้าจอเป็นเวลา 10 วินาทีเช่นเดิมเพื่อรอภาพต่อไปปรากฏขึ้นทำเช่นเดิมจนครบทุกภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.2.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติ

2) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกับกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ศึกษาหาแบบ ขนาด และสีลูกศรบอกทิศทาง ที่ทำให้คนสายตาเลือนรางมองเห็นและตอบสนองได้อย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่ทำการไปรษณีย์ของไทย โดยวิธีในการหาแบบของลูกศรทำโดยให้ผู้สังเกตเลือกแบบของลูกศรที่จะปรากฏบนจอภาพ ครั้งละ 2 แบบจากลูกศรที่ได้รับการคัดเลือกมาทั้งหมด 8 แบบ เมื่อได้แบบที่เหมาะสมจึงนำมาปรับการนำเสนอด้วยการเติมสีลงบนองค์ประกอบของภาพของเครื่องหมายลูกศร ซึ่งจะถูกนำมาทดลองเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับการมองเห็นด้วยแว่นตาจำลองการมองเห็น ก่อนที่จะนำไปทดลองเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองต่อลูกศรที่ได้ถูกปรับรูปแบบการนำเสนอ ให้ได้รูปแบบที่มีการตอบสนองที่เหมาะสม แล้วจึงทดลองการใช้งาน โดยสร้างภาพที่มีเครื่องหมายลูกศรจัดวางอยู่บนพื้นหลังที่ถ่ายภาพจากที่ทำการไปรษณีย์และทดลองโดยใช้ผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนรางเปรียบเทียบกับผู้สังเกตที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็น ซึ่งผลและการอภิปรายจะแบ่งตามหัวข้อ ดังนี้ 4.1 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศร 4.2 แบบของลูกศรที่เหมาะสม 4.3 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเครื่องหมายลูกศรหลังจากปรับรูปแบบการนำเสนอ 4.4 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม และ 4.5 เวลาการตอบสนองต่อภาพของลูกศรที่จำลองติดบนพื้นในที่ทำการไปรษณีย์

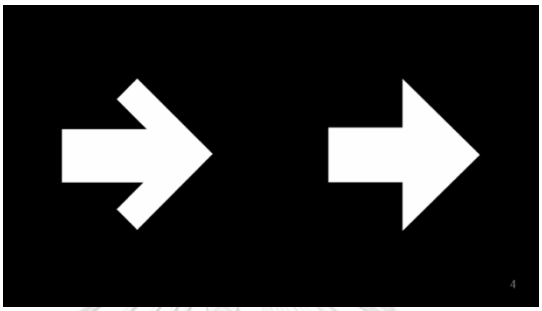
4.1 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดของเครื่องหมายลูกศร

เมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกรูปภาพที่ผู้สังเกตทั้ง 20 คนเลือกให้เป็นขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเมื่อสวมใส่แว่นตาจำลองแต่ละชนิด พบว่าการมองผ่านแว่นตาจำลองแบบ NV ผู้สังเกตสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนแม้ภาพลูกศรจะมีขนาดที่เล็กที่สุด (ขนาดมุมการมอง 2.0 องศา) ซึ่งต่างจากการมองผ่านแว่นตาจำลองแบบ BL และ OLS ที่ทำให้ภาพมีลักษณะไม่คมชัดเมื่อภาพมีขนาดเล็กเกินไปทำให้ไม่สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ โดยที่ในแว่นตาจำลองแบบ BL ผู้สังเกตเลือกภาพขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่เริ่มมองเห็นได้ดีที่มีขนาดมุมการมอง 5.0 องศาเมื่อมองห่างจากภาพ 1 เมตร และให้ผลเช่นเดียวกันเมื่อใช้แว่นตาจำลองแบบ OLS ดังนั้น เพื่อให้ขนาดของลูกศรมองเห็นได้อย่างชัดเจนครอบคลุมการมองเห็นผ่านทุกชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น จึงเลือกขนาดของลูกศรที่เหมาะสมคือลูกศรที่มีขนาดมุมการมอง 5.0 องศา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2 แบบของลูกศรที่เหมาะสม

ภาพลูกศรสีขาวขนาดมุมการมอง 5.0 องศา 2 แบบ (ภาพที่ 4.1) ที่ปรากฏขึ้นจอภาพเพื่อให้ผู้สังเกตที่สวมใส่แว่นตาจำลองการมองเห็นมอง และเลือกเครื่องหมายที่สื่อความหมายไปในทิศทางด้านขวาแก่ผู้สังเกตได้ดีกว่าเพียง 1 แบบซึ่งผลการเลือกแบบลูกศรจากผู้สังเกตจำนวน 20 คน จากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลของการเลือกให้ผลแสดงดัง ตารางที่ 4.1 ดังนี้



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพในการทดลองเลือกแบบของลูกศร

1) ความถี่การเลือกลูกศรจำแนกตามชนิดของแว่นตาจำลองการมองเห็น พบว่าให้ผลการเลือกแสดงดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 ความถี่ในการเลือกแบบของลูกศรจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น

แบบของลูกศร	BL	OLS	NV	ความถี่การเลือก
	122	118	124	364
	48	35	38	121
	28	35	41	106
	60	55	47	162
	101	96	94	288
	73	84	81	235
	30	38	49	124
	99	92	86	280

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

พบว่าลูกศรที่ได้รับเลือกมากที่สุดคือลูกศรแบบที่ 1 ตามด้วยลูกศรแบบที่ 5 และ 8 ตามลำดับ

2) เปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่การเลือกลูกศรระหว่างลูกศรแบบเดียวกันในแว่นตาจำลองการมองเห็นที่ต่างชนิดกัน พบว่าให้ผลดังตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 ความถี่และค่าเฉลี่ยความถี่การเลือกลูกศรแบบที่ 1, 5 และ 8 จำแนกตามชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น

ชนิดของแว่นตาจำลองการมองเห็น	ความถี่การเลือก ($\bar{x} \pm \mathrm{SD}$)		
	แบบที่ 1	แบบที่ 5	แบบที่ 8
BLUR	122 (6.10±0.85)	101 (5.05±1.36)	99 (4.95±1.61)
OLS	118 (5.90±1.48)	96 (4.80±1.47)	92 (4.60±1.67)
NV	124 (6.20±1.51)	94 (4.70±1.26)	86 (4.30±1.66)

เมื่อวิเคราะห์จำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น พบว่าความถี่ในการเลือกลูกศรแบบที่ 1 แตกต่างกับความถี่การเลือกลูกศรในแบบที่ 5 อย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าความถี่ในการเลือกลูกศรแบบที่ 1 แตกต่างกับความถี่การเลือกลูกศรในแบบที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญ เช่นกัน ดังตาราง 4.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.3 ความแตกต่างของความถี่เปรียบเทียบตามการเลือกแต่ละประเภทแว่น

ชนิดของแว่นตาจำลองการมองเห็น	ผลการเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบของลูกศร (P-value, α = 0.05)	
	แบบที่ 1 : แบบที่ 5	แบบที่ 1 : แบบที่ 8
BL	0.002	0.029
OLS	0.017	0.043
NV	0.000	0.005

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่การเลือกลูกศรแบบไม่จำแนกตามประเภทของแว่นตาจำลองการมองเห็น พบว่าให้ผลการเลือกดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความถี่และค่าเฉลี่ยความถี่การเลือกรูปแบบของลูกศรแบบไม่จำแนกตามชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น

แบบของลูกศร	ความถี่การเลือก	ค่าเฉลี่ยความถี่การเลือก$\pm$SD
	364	18.20$\pm$3.24
	121	6.05$\pm$3.28
	106	5.30$\pm$4.46
	162	8.10$\pm$3.06
	288	14.40$\pm$2.91
	235	11.75$\pm$4.36
	124	6.53$\pm$4.26
	280	14.00$\pm$3.91

พบว่าความถี่การเลือกลูกศรแบบที่ 1 มีความแตกต่างจากความถี่การเลือกแบบที่ 5 และ 8 อย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของความถี่การเลือกลูกศรโดยไม่แบ่งตามประเภทของแว่นตาจำลองที่ผู้สังเกตเลือกลูกศรแบบที่ 1, 5 และ 8 พบว่า การเลือกลูกศรแบบที่ 1 และแบบที่ 5 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในทุกแว่นตา (P-value= 0.000, α = 0.05) และการเลือกลูกศรแบบที่ 1 แตกต่างกับแบบที่ 8 อย่างมีนัยสำคัญในทุกแว่นตา (P-value= 0.009, α = 0.05)

4.3 ขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเครื่องหมายลูกศรหลังจากปรับรูปแบบการนำเสนอ

ลูกศรแบบที่ 1 ที่ได้รับการคัดเลือก ถูกนำมาปรับรูปแบบการนำเสนอด้วยการเติมสี (ตารางที่ 4.5) ลงบนองค์ประกอบของภาพ ทำให้ได้รูปแบบที่แตกต่างกัน 16 รูปแบบ (ภาพที่ 3.5) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกรูปภาพที่ผู้สังเกต 5 คน ให้เป็นขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเมื่อใส่แว่นตาจำลอง พบว่าการมองผ่านแว่นตาจำลองแบบ NV ผู้สังเกตสามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพ

ได้ชัดเจนแม้ภาพลูกศรจะมีขนาดที่เล็กที่สุด (ขนาดมุมการมอง 2.0 องศา) ซึ่งต่างจากการมองผ่านแว่นตาจำลองแบบ BL และ OLS ที่ให้ภาพมีลักษณะไม่คมชัด เมื่อภาพมีขนาดเล็กจะทำให้ไม่สามารถบอกความถูกต้องของภาพได้ ผู้สังเกตที่สวมแว่นตาจำลองแบบ BL เลือกภาพขนาดใหญ่ที่สุดที่มีขนาดมุมการมอง 5.5 องศาและแว่นตาจำลองแบบ OLS เลือกภาพขนาดใหญ่ที่สุด ที่มีขนาดมุมการมอง 5.0 องศา ดังนั้น เพื่อให้ขนาดของลูกศรมองเห็นได้อย่างชัดเจนครอบคลุมการมองเห็นผ่านทุกชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น และทุกรูปแบบของลูกศรที่ถูกปรับการนำเสนอทั้ง 16 รูปแบบ จึงเลือกขนาดของลูกศรที่เหมาะสมคือลูกศรที่มีขนาดมุมการมอง 5.5 องศา สำหรับการใช้ในขั้นตอนต่อไป

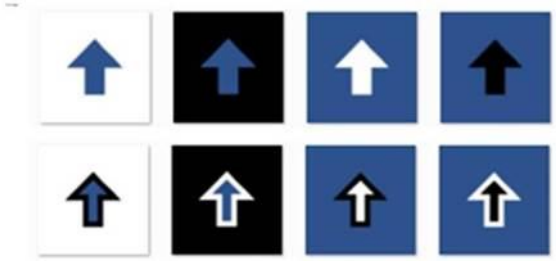
ตารางที่ 4.5 ค่าสี CIELAB เฉลี่ยจากการวัดแถบสีมันเซลล์ภายใต้สภาวะแสงของที่ทำการไปรษณีย์ โดยใช้ Konica Minolta Spectroradiometer

แถบสีมันเซลล์	L*	a*	b*
7.5R 4/14	42.44±1.86	58.10±0.79	38.61±1.14
5G 4/9	43.11±1.74	-46.63±1.09	12.72±0.86
2.5PB 3/10	32.30±1.29	-6.50±0.98	-41.68±1.13
10YR 7/14	72.16±0.79	20.62±0.65	86.62±0.54

4.4 ลูกศรที่ได้จากปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม

เมื่อให้ผู้สังเกตสวมใส่แว่นตาจำลอง และกดตอบทิศทางของลูกศรทั้ง 128 ภาพ ที่ปรากฏแบบสุ่มครั้งละ 1 ภาพ พร้อมบันทึกคำตอบจากการตอบสนองและระยะเวลาการตอบสนอง จากการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลของเวลาในการตอบสนองให้ผล ดังนี้

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างลูกศรแบบไม่มีขอบและแบบมีขอบที่อยู่ในกลุ่มสีเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.3 ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเพียงในลูกศรสีน้ำเงินที่มีระยะเวลาการตอบสนองในกลุ่มลูกศรมีขอบ (M=826.3 มิลลิวินาที, SD = 179.3) และกลุ่มลูกศรไม่มีขอบ (M=854.2 มิลลิวินาที, SD=168.6) conditions; t(24) = 3.33, p =0.003, สำหรับในทุกประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น (ภาพที่ 4.2)

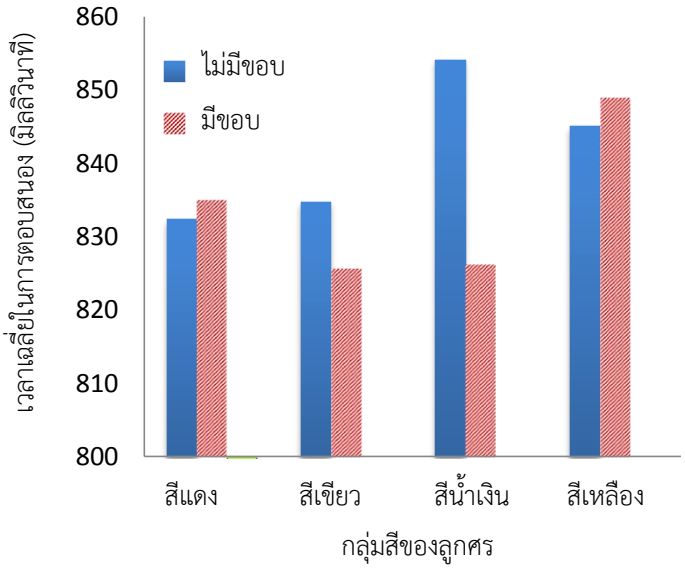


ภาพที่ 4.2 กลุ่มลูกศรสีน้ำเงินที่ไม่มีขอบ (บน) และกลุ่มมีขอบ (ล่าง)

ตารางที่ 4.6 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแบบลูกศรที่ต่างกัน

กลุ่มลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$	Minimum	Maximum
สีแดงไม่มีขอบ	832.4±207.9	625.0	1588.0
สีแดงมีขอบ	835.1±176.2	649.0	1304.0
สีเขียวไม่มีขอบ	834.8±178.2	650.0	1381.0
สีเขียวมีขอบ	825.7±155.8	639.0	1293.0
สีน้ำเงินไม่มีขอบ[a]	854.2±168.6	669.0	1320.0
สีน้ำเงินมีขอบ[a]	826.3±179.3	626.0	1353.0
สีเหลืองไม่มีขอบ	845.1±193.6	652.0	1510.0
สีเหลืองมีขอบ	849.0±187.8	648.0	1465.0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

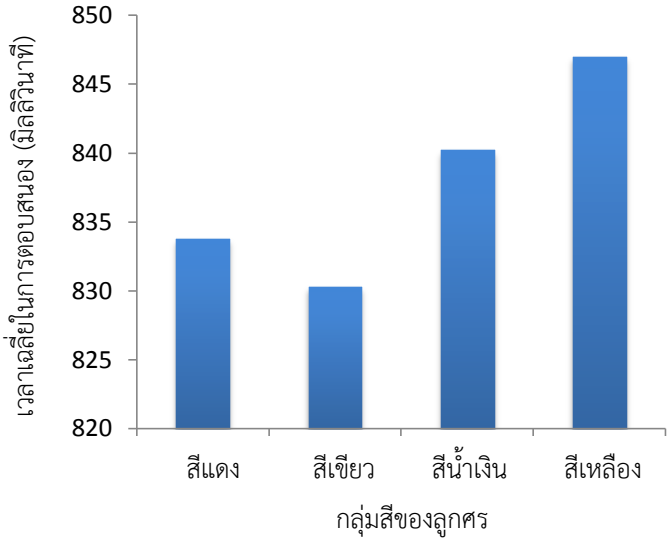


ภาพที่ 4.3 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแบบลูกศรที่ต่างกัน

2) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าในกลุ่มลูกศรสีเขียว (M = 830.3 มิลลิวินาที, SD = 165.7) ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.4 และใช้เวลาการตอบสนองแตกต่างกับกลุ่มลูกศรสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ (M = 847.0 มิลลิวินาที, SD = 188.7); t(48) = -2.01, p = 0.05.

ตารางที่ 4.7 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามกลุ่มสีของลูกศรที่ต่างกัน

กลุ่มลูกศร	$\bar{x} \pm SD$	Minimum	Maximum
สีแดง	833.8±190.6	625.0	1588.0
สีเขียว[a]	830.3±165.7	639.0	1381.0
สีน้ำเงิน	840.2±172.8	626.0	1353.0
สีเหลือง[a]	847.0±188.7	648.0	1510.0



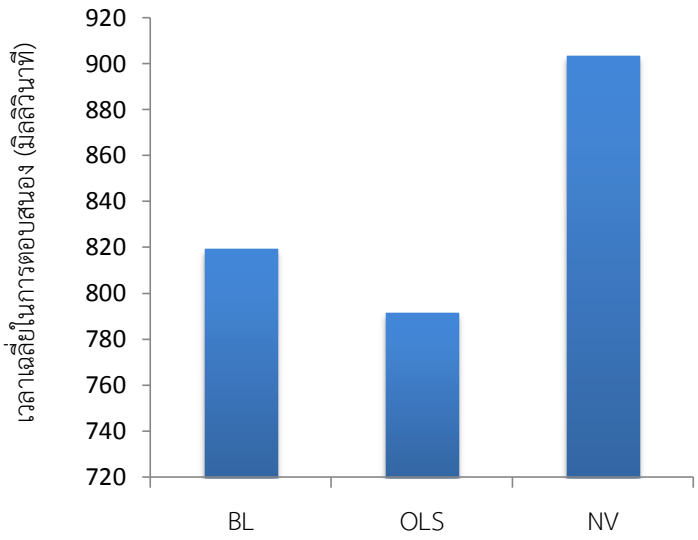
ภาพที่ 4.4 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามกลุ่มสีของลูกศรที่ต่างกัน

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างแว่นตาจำลองต่างชนิด พบว่าในแว่นตาจำลองแบบ OLS (M = 791.6 มิลลิวินาที, SD = 97.6.) ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.5 และใช้เวลาการตอบสนองแตกต่างกับแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบ NV อย่างมีนัยสำคัญ (M = 903.3 มิลลิวินาที, SD = 254.3); t(32) = -3.14, p = 0.004. เช่นเดียวกันกับในแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบ BL (M = 819.5 มิลลิวินาที, SD = 122.3) ที่ใช้เวลาการตอบสนองแตกต่างกับแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบ NV อย่างมีนัยสำคัญ (M = 903.3 มิลลิวินาที, SD = 254.3); t(32) = -2.27, p = 0.030.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.8 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแว่นตาจำลองที่ต่างกัน

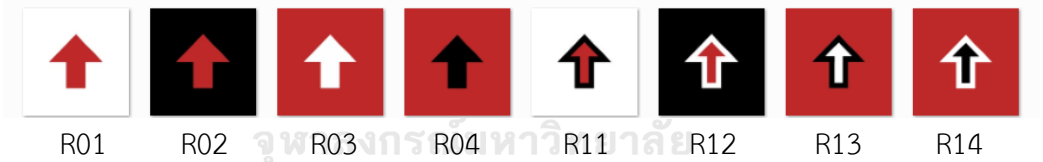
ชนิดแว่นตาจำลองการมองเห็น	$\bar{x} \pm SD$	Minimum	Maximum
BL[a]	819.5±122.3	659.3	1058.7
OLS[b]	791.6±97.6	675.8	1025.7
NV[a,b]	903.3±254.3	702.6	1491.3



ภาพที่ 4.5 เวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (มิลลิวินาที) เปรียบเทียบตามแว่นตาจำลองที่ต่างกัน

4) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มสีเดียวกัน โดยไม่จำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น ผลแสดงในตารางที่ 4.9-4.12

- สีแดง

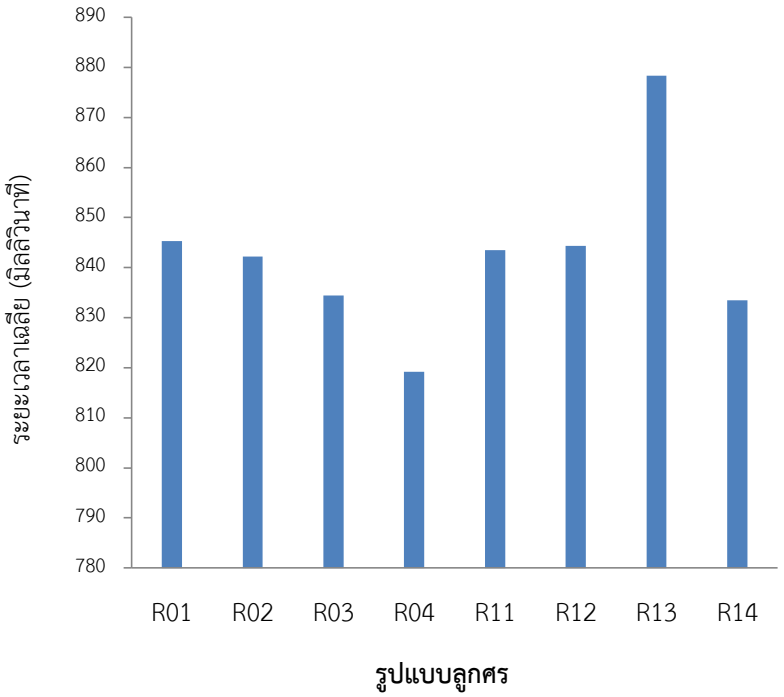


จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาพที่ 4.6 ลูกศรกลุ่มสีแดง

ตารางที่ 4.9 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีแดง

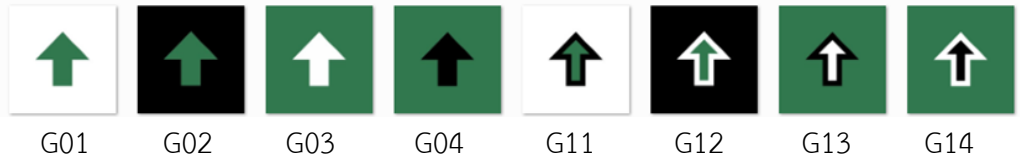
รูปแบบของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
R01	845.3±225.3
R02	842.2±212.4
R03	834.4±270.7
R04	819.2±178.8
R11	843.5±201.5
R12	844.3±223.1
R13	878.3±232.8
R14	833.5±239.6



ภาพที่ 4.7 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีแดง

จากตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.7 ไม่พบว่าเวลาที่ใช้ตอบทิศทางลูกศรแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ลูกศรรูปแบบ R04 เป็นรูปแบบที่มีการตอบสนองรวดเร็วที่สุด

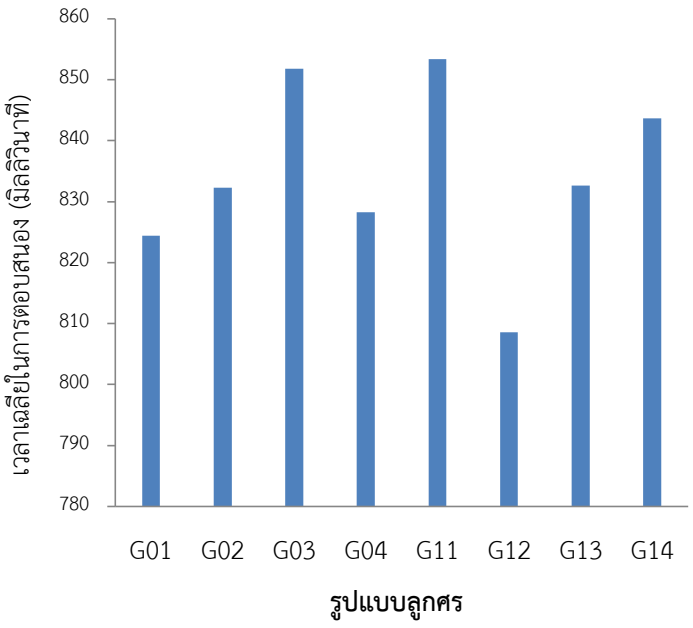
- สีเขียว



ภาพที่ 4.8 ลูกศรกลุ่มสีเขียว

ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเขียว

รูปแบบของลูกศร	$\bar{x} \pm SD$
G01	824.4±171.9
G02	832.3±186.0
G03	851.8±214.2
G04	828.3±186.1
G11	853.4±224.8
G12	808.6±150.2
G13	832.6±196.8
G14	843.7±200.2



ภาพที่ 4.9 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเขียว

จากตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.9 ไม่พบว่าเวลาที่ใช้บอกทิศทางของลูกศรแต่ละรูปแบบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ลูกศรรูปแบบ G12 เป็นรูปแบบที่มีการตอบสนองรวดเร็วที่สุด

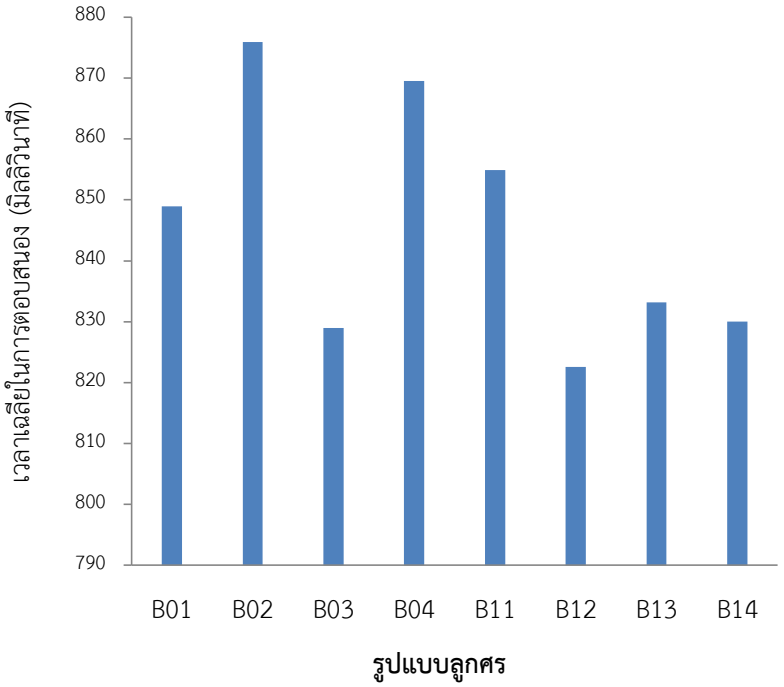
- สีน้ำเงิน

ภาพที่ 4.10 ลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน

ตารางที่ 4.11 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน

รูปแบบของลูกศร	$\bar{x} \pm$ SD
B01	848.9±186.5
B02[a,b]	875.9±178.9
B03[a]	829.0±163.6
B04[c]	869.5±188.6
B11	854.9±210.6
B12[b]	822.6±176.5
B13	833.2±194.5
B14[c]	830.0±203.0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.11 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีน้ำเงิน

จากตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.11 พบว่าลูกศรรูปแบบ B02 กับ B03 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(24) = 2.83$, $p = 0.010$) ลูกศรรูปแบบ B02 กับ B12 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(24) = 3.48$, $p = 0.002$) และลูกศรรูปแบบ B04 กับ B14 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(24) = 3.08$, $p = 0.005$) โดยที่ลูกศรรูปแบบ B12 เป็นรูปแบบที่มีการตอบสนองรวดเร็วที่สุด

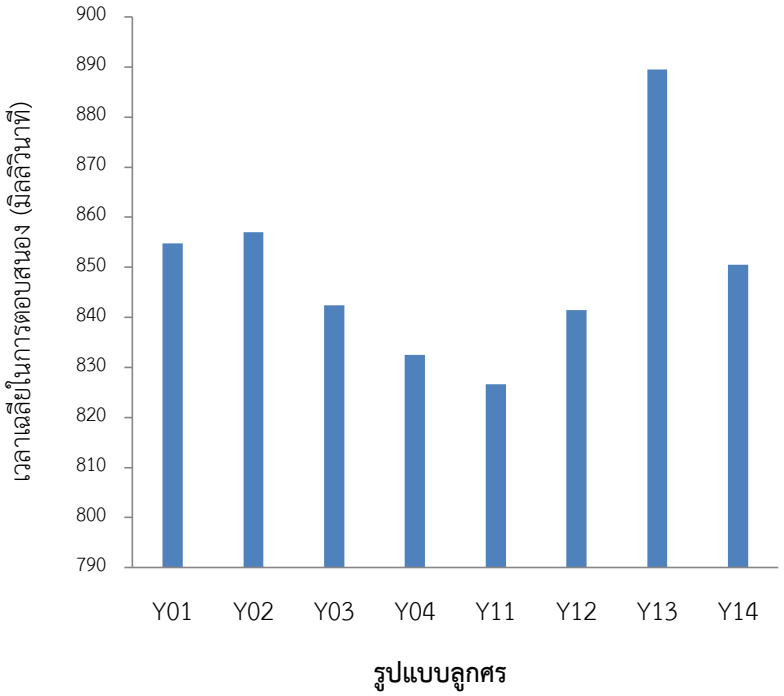
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- สีเหลือง

ภาพที่ 4.12 ลูกศรกลุ่มสีเหลือง

ตารางที่ 4.12 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเหลือง

รูปแบบของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
Y01	854.8±210.4
Y02	857.0±227.0
Y03	842.4±224.7
Y04	832.5±176.8
Y11	826.6±166.4
Y12[a]	841.4±210.5
Y13[a]	889.5±256.7
Y14	850.5±176.8



ภาพที่ 4.13 ระยะเวลาในการตอบสนองเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ในลูกศรกลุ่มสีเหลือง

จากตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.13 พบว่าลูกศรรูปแบบ Y12 กับ Y13 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(24) = -2.11$, $p = 0.046$) โดยลูกศรรูปแบบ Y11 เป็นรูปแบบที่มีการตอบสนองรวดเร็วที่สุด

5) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างลูกศรในกลุ่มสีเดียวกันโดยจำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น

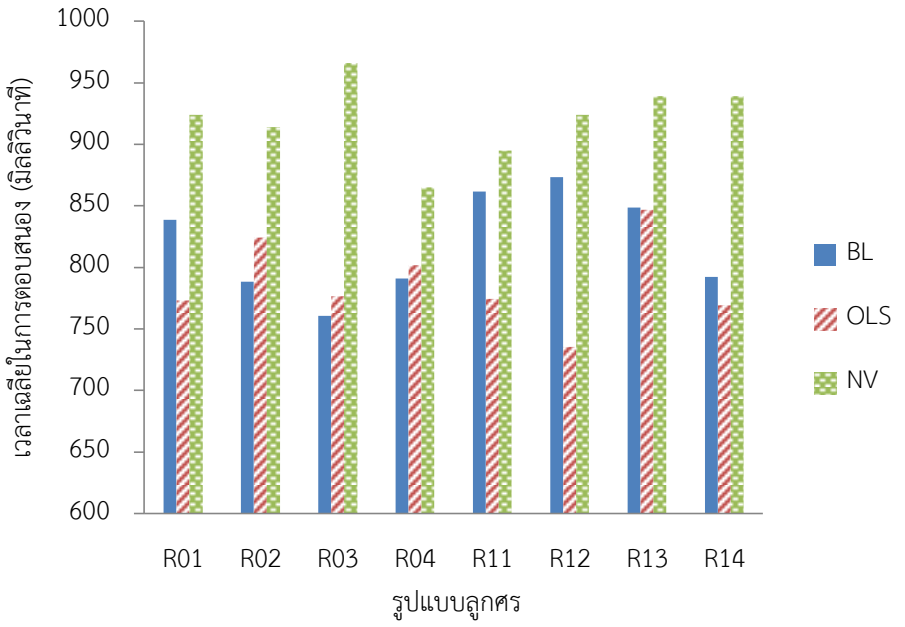
จากการทดลองพบว่ารูปแบบลูกศรในกลุ่มสีเดียวกันโดยจำแนกตามประเภทแว่นตาจำลองการมองเห็น (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.14-4.17) ที่มีการตอบสนองเร็วที่สุดให้ผลดังแสดงในภาพที่ 4.18

ตารางที่ 4.13 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรแต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น

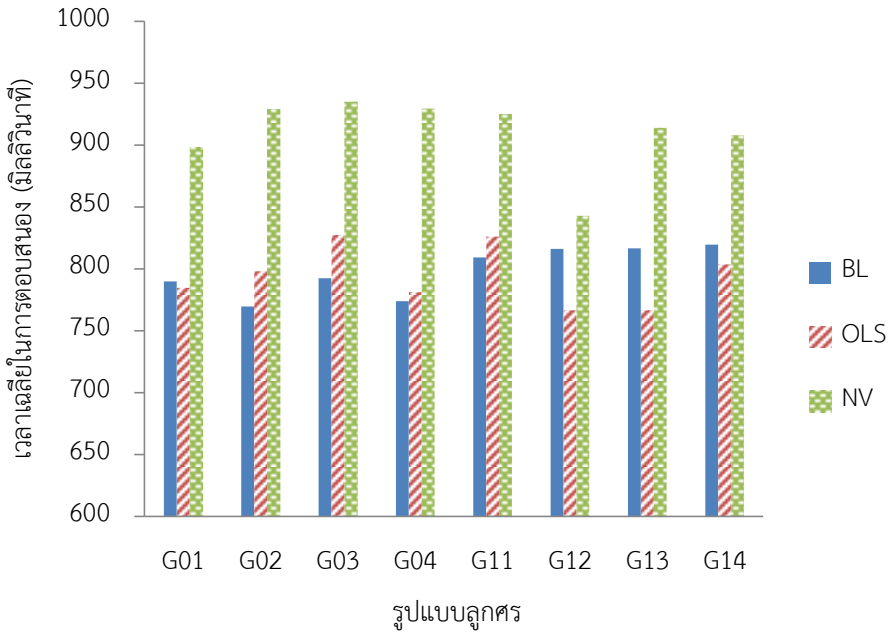
แบบของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$		
	BL	OLS	NV
R01	838.6±126.8	773.2±95.3	924.0±358.0
R02	788.5±90.9	824.2±151.9	914.0±328.0
R03	760.5±137.9	776.8±114.6	966.0±423.0
R04	791.0±132.4	801.7±84.0	865.0±277.2
R11	861.6±178.0	774.5±95.7	895.0±289.0
R12	873.1±176.1	735.7±67.7	924.0±326.0
R13	848.6±158.8	846.9±244.2	939.0±295.0
R14	792.4±163.0	769.4±103.8	939.0±363.0
G01	790.0±147.6	784.6±81.5	898.6±243.4
G02	769.8±102.6	798.0±102.0	929.0±276.2
G03	792.6±142.1	827.3±157.9	935.0±305.0
G04	774.1±125.7	781.5±69.6	929.3±275.1
G11	809.1±140.4	826.0±146.1	925.0±341.0
G12	816.3±107.6	766.5±92.8	842.9±224.7
G13	816.8±107.2	766.8±91.4	914.0±307.0
G14	819.5±132.2	803.8±140.1	908.0±296.0
B01	844.9±159.9	798.0±90.2	903.7±272.4
B02	850.6±115.5	851.9±117.7	925.2±271.5
B03	813.0±128.3	794.5±130.3	879.6±223.5
B04	905.8±225.2	805.8±112.3	897.0±215.8

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

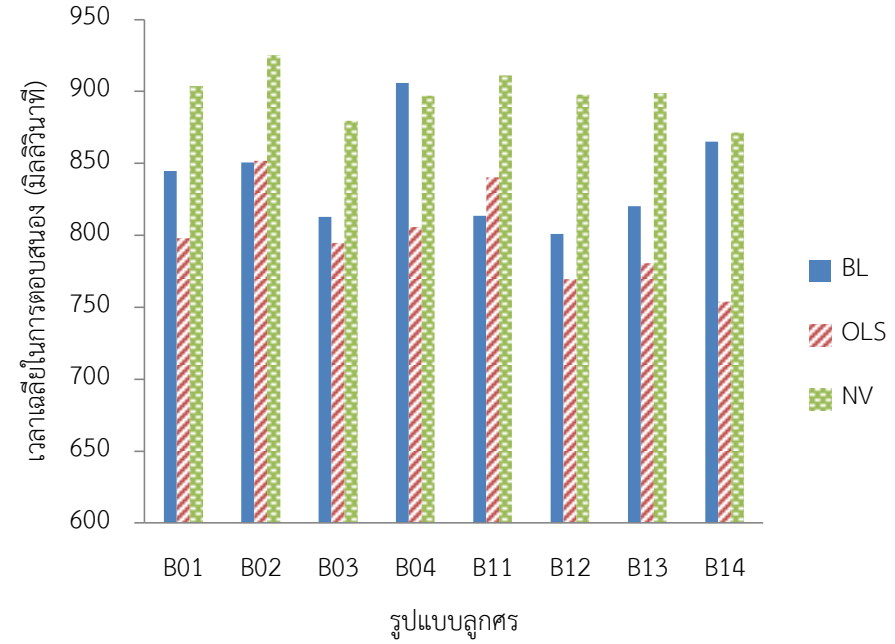
แบบของลูกศร	$\bar{x} \pm SD$		
	BL	OLS	NV
B11	813.6±184.0	840.1±206.6	911.0±251.8
B12	800.8±109.2	769.3±115.2	897.9±258.6
B13	820.3±175.1	780.4±128.2	898.9±262.5
B14	865.0±210.3	753.8±121.4	871.3±257.8
Y01	812.6±87.1	810.8±106.8	941.0±337.0
Y02	816.0±186.2	824.4±164.9	930.0±313.0
Y03	782.9±141.6	791.9±95.5	952.0±340.0
Y04	807.8±126.7	805.2±138.3	884.4±250.8
Y11	825.9±142.9	783.8±74.4	870.2±246.6
Y12	822.1±130.9	782.6±117.0	920.0±322.0
Y13	898.8±206.3	800.8±110.8	969.0±381.0
Y14	857.7±164.9	797.9±152.8	895.7±215.9



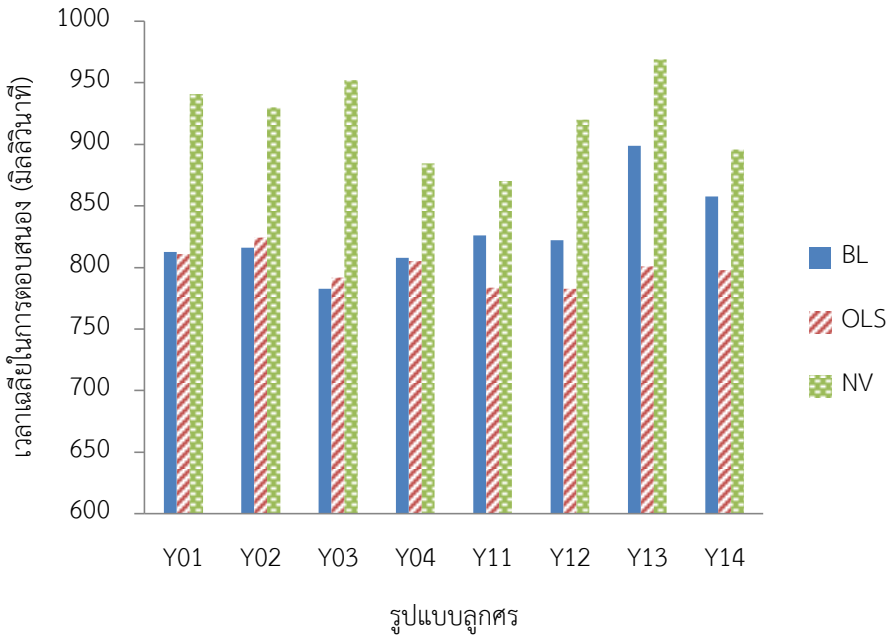
ภาพที่ 4.14 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดงแต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น



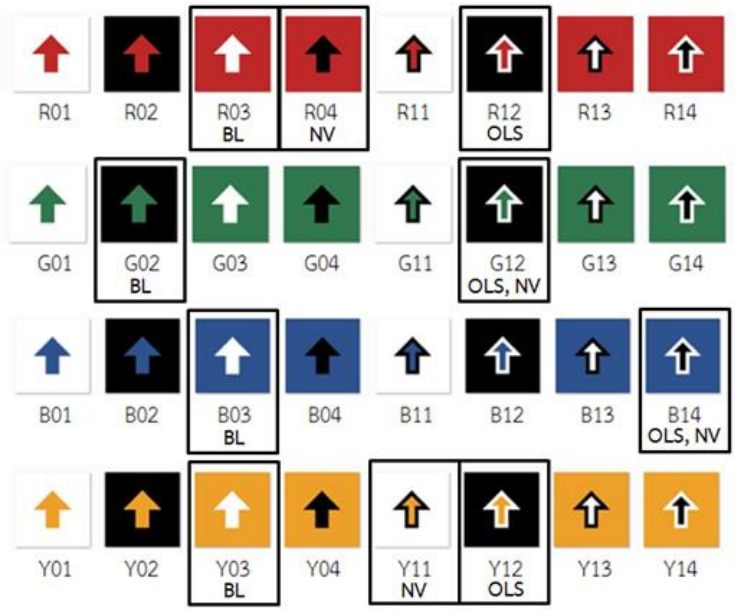
ภาพที่ 4.15 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเขียว แต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น



ภาพที่ 4.16 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน แต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น



ภาพที่ 4.17 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) ที่ใช้ในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเหลือง แต่ละแบบจำแนกตามแว่นตาจำลองการมองเห็น



ภาพที่ 4.18 ลูกศรที่ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุดในแต่ละแว่นตาจำลองการมองเห็น คือภาพที่ล้อมด้วยขอบดำ

จากผลการทดลองข้างต้นจึงได้เลือกรูปแบบของลูกศรเพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มของลูกศรที่จำแนกโดยลักษณะคือ กลุ่มลูกศรมีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย และกลุ่มลูกศรแบบไม่มีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย ซึ่งได้เลือกลูกศรรูปแบบ 12 เป็นตัวแทนของลูกศรกลุ่มที่มีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย และเลือกลูกศรรูปแบบ 03 เป็นตัวแทนของลูกศรกลุ่มที่ไม่มีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นถัดไป

4.5 เวลาการตอบสนองต่อภาพของลูกศรที่จำลองติดบนพื้นในที่ทำการไปรษณีย์

4.5.1 ทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

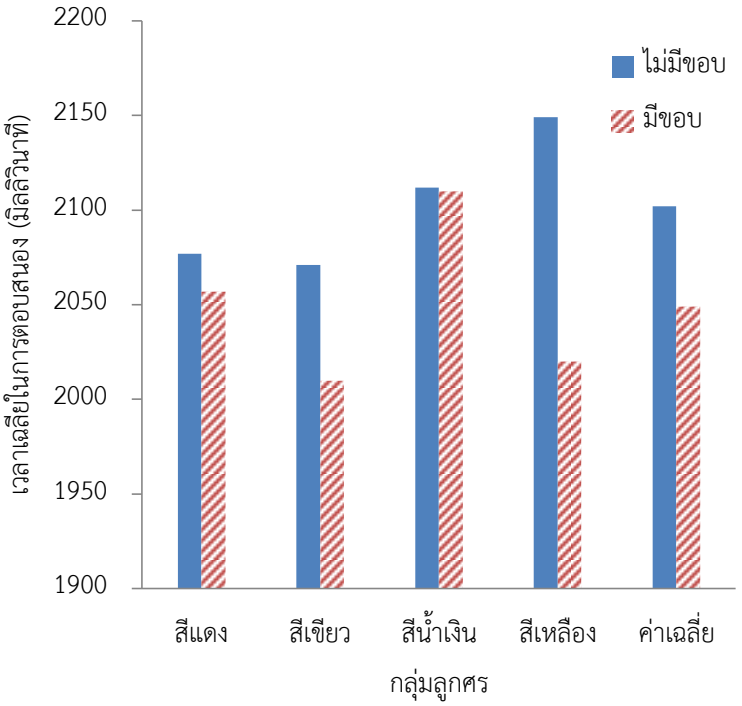
ผู้สังเกตสายตาปกติ 4 คน ทำการทดลองในห้องมืดโดยที่ 2 คนสวมใส่แว่นตาจำลองแบบ BL และอีก 2 คนใส่แว่นตาจำลองแบบ OLS เพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในผู้สังเกตสายตาเลือนรางที่มีค่าความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 จำนวน 4 คน จากการจำลองนำลูกศรติดบนพื้นของภาพ ในที่ทำการไปรษณีย์ 2 แห่ง คือที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช (MR) และที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว (BP) แห่งละ 2 ตำแหน่ง คือ หน้าเคาท์เตอร์ให้บริการและประตูเข้า-ออก สร้างเป็นภาพเพื่อใช้ทดลองรวม 128 ภาพ (4 สี, 4 ทิศทาง, 4 พื้นหลัง, 2 รอบ) ให้ผลการทดลองดังนี้

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1
   - เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่ต่างกันในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและมีขอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบ แยกแต่ละกลุ่มสี ในผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$	
	แบบไม่มีขอบ	แบบมีขอบ
สีแดง	2077±411	2057±393
สีเขียว	2071±497	2010±375
สีน้ำเงิน	2112±508	2110±512
สีเหลือง	2149±682	2020±346



ภาพที่ 4.19 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้สำหรับลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบแยกแต่ละกลุ่มสี ในผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

จากตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.19 พบว่าผู้สังเกตมีการตอบสนองต่อลูกศรสีเขียวเร็วที่สุด ทั้งในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและมีขอบ และพบว่าเวลาที่ใช้ตอบสนองต่อลูกศรที่มีสีต่างกันทั้งแบบมีขอบและไม่มีขอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

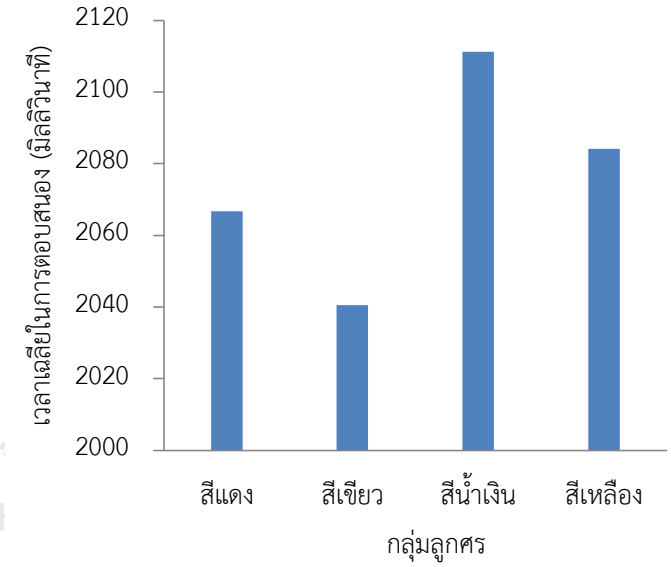
- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรมีขอบและไม่มีขอบที่อยู่ในกลุ่มสีเดียวกัน ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

  จากตารางที่ 4.14 ไม่พบว่าลูกศรมีขอบและไม่มีขอบในกลุ่มสีเดียวกันคู่ใด มีระยะเวลาการตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการระบุทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.15 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ระบุทิศของลูกศรแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm$ SD
สีแดง	2066.7±395.6
สีเขียว	2040.5±434.4
สีน้ำเงิน	2111.2±501.4
สีเหลือง	2084.1±535.8



ภาพที่ 4.20 เวลาเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ใช้ระบุทิศของลูกศรแต่ละกลุ่มสี ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

จากตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.20 พบว่าผู้สังเกตมีการตอบสนองต่อลูกศรสีเขียวรวดเร็วที่สุด แต่ไม่พบว่าเวลาที่ใช้ในลูกศรกลุ่มสีใดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรมีขอบและไม่มีขอบในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

  จากผลการทดลองพบว่าในกลุ่มลูกศรมีขอบ (M = 2049.3 มิลลิวินาที, SD = 403.3) ตอบสนองได้รวดเร็วกว่ากลุ่มลูกศรไม่มีขอบ (M = 2102.0 มิลลิวินาที , SD = 521.6) แต่ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

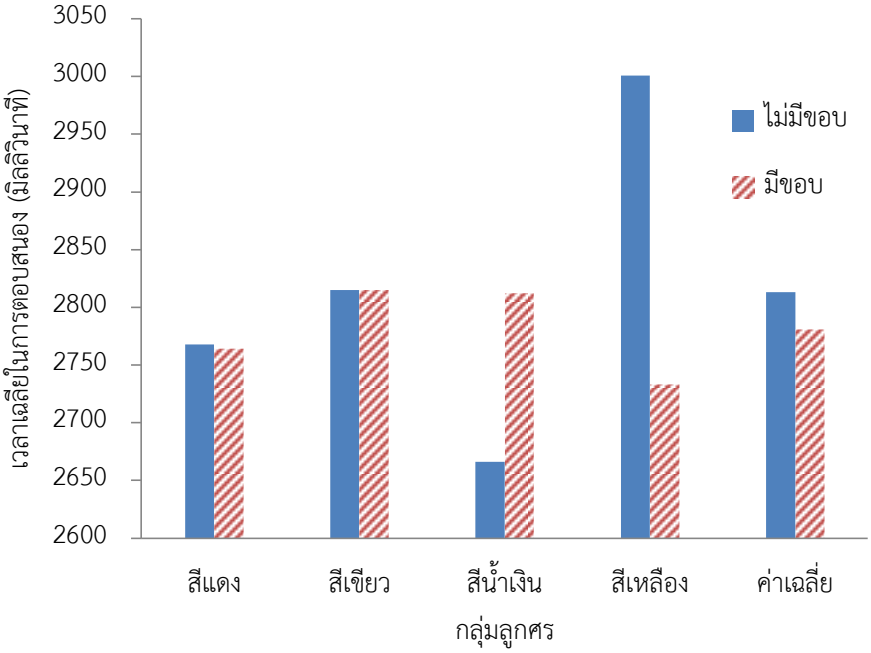
2) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการระบุทิศทางของลูกศรระหว่างสีของลูกศรที่ต่างกันในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและมีขอบ

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$	
	แบบไม่มีขอบ	แบบมีขอบ
สีแดง	2768±811	2764±860
สีเขียว	2815±761	2815±952
สีน้ำเงิน	2666±668[a]	2812±799
สีเหลือง	3001±642[a]	2733±726

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบและมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

จากตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.21 พบว่าผู้สังเกตมีการตอบสนองต่อลูกศรสีน้ำเงินในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและตอบสนองต่อลูกศรสีเหลืองกลุ่มลูกศรมีขอบรวดเร็วที่สุด และพบว่าเวลาการตอบสนองต่อลูกศรกลุ่มสีน้ำเงินและกลุ่มสีเหลืองในกลุ่มลูกศร ไม่มีขอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(16) = -2.95$, $p = 0.010$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและกลุ่มลูกศรมีขอบในลูกศรกลุ่มสีเดียวกันในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

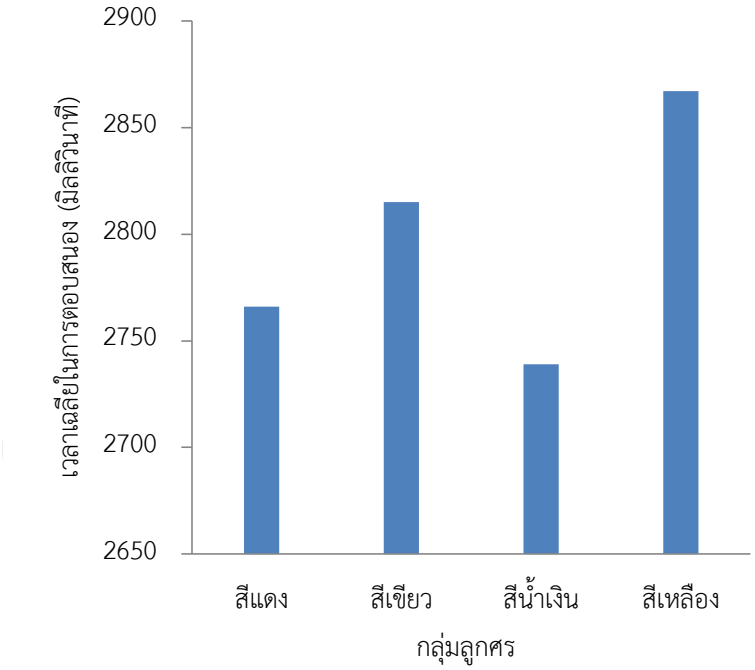
จากตารางที่ 4.16 ไม่พบว่าลูกศรไม่มีขอบและลูกศรมีขอบในกลุ่มสีเดียวกันคู่ใดมีระยะเวลาการตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
สีแดง	2766±823
สีเขียว	2815±848
สีน้ำเงิน	2739±729
สีเหลือง	2867±687



ภาพที่ 4.22 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

จากตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.22 พบว่าผู้สังเกตมีการตอบสนองต่อลูกศรสีน้ำเงินเร็วที่สุด แต่ไม่พบว่ามีลูกศรกลุ่มสีใดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรไม่มีขอบและกลุ่มลูกศรมีขอบในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1

  จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มลูกศรมีขอบ (M = 2781 มิลลิวินาที, SD = 819) ตอบสนองได้รวดเร็วกว่าในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบ (M = 2813 มิลลิวินาที, SD = 717) และไม่พบว่าลูกศรทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

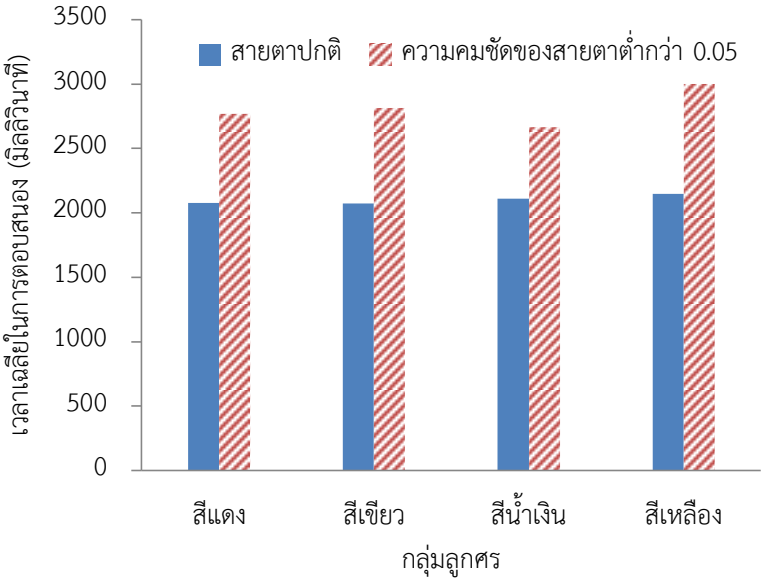
- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มผู้สังเกตที่ต่างกันในกลุ่มลูกศรสีเดียวกันแบบไม่มีขอบและมีขอบ

  ผลการทดลองในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบแสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มผู้สังเกต	กลุ่มสีของลูกศร ($\bar{x} \pm$ SD)			
	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน	สีเหลือง
สายตาปกติ	2077±411	2071±497	2112±508	2149±682
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	2768±811	2815±761	2666±668	3001±642

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.23 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบไม่มีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

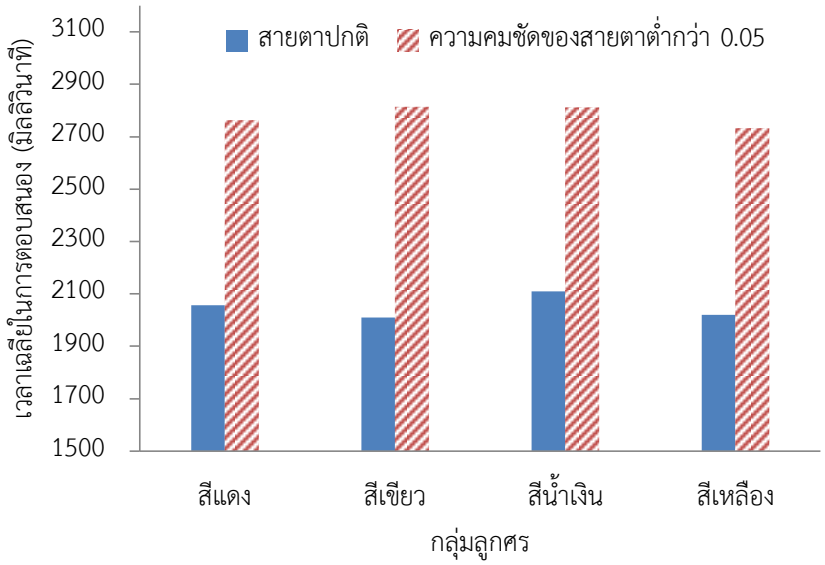
จากตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.23 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มสีทั้งสีแดง ($t(16) = 2.81$, $p = 0.013$), สีเขียว ($t(16) = 3.10$, $p = 0.007$), สีน้ำเงิน ($t(16) = 2.83$, $p = 0.013$) และสีเหลือง ($t(16) = 4.69$, $p = 0.000$)

ผลการทดลองในกลุ่มลูกศรมีขอบแสดงดังตารางที่ 4.19

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มผู้สังเกต	กลุ่มสีของลูกศร ($\bar{x} \pm SD$)			
	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน	สีเหลือง
สายตาปกติ	2057±393	2010±375	2110±512	2020±346
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	2764±860	2815±952	2812±799	2733±726



ภาพที่ 4.24 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบมีขอบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

จากตารางที่ 4.19 และภาพที่ 4.24 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มสี ทั้งสีแดง ($t(16) = 2.67$, $p = 0.018$), สีเขียว ($t(16) = 2.79$, $p = 0.014$), สีน้ำเงิน ($t(16) = 2.80$, $p = 0.014$) และสีเหลือง ($t(16) = 3.12$, $p = 0.007$)

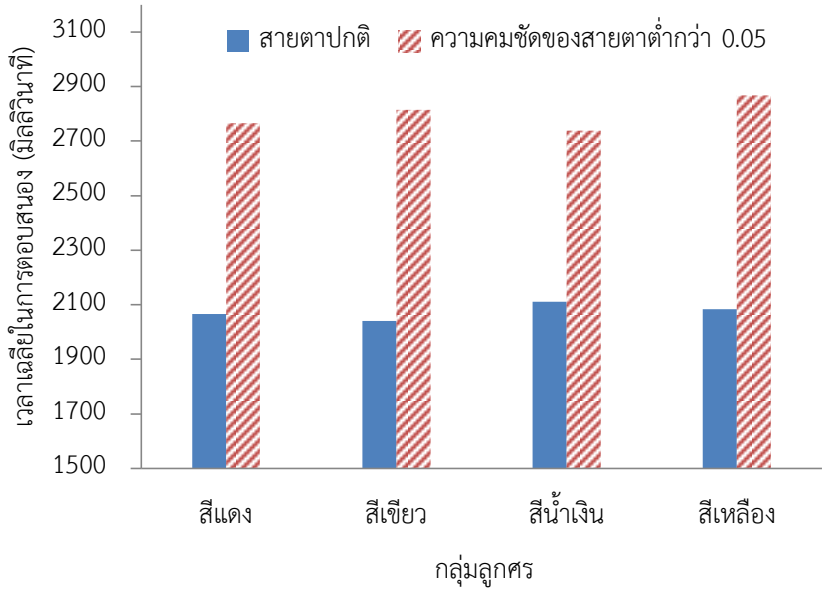
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มผู้สังเกตที่ต่างกันในลูกศรกลุ่มสีเดียวกัน

ผลการทดลองในลูกศรทุกกลุ่มสีแสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มผู้สังเกต	กลุ่มสีของลูกศร ($\bar{x} \pm SD$)			
	สีแดง	สีเขียว	สีน้ำเงิน	สีเหลือง
สายตาปกติ	2067±396	2041±434	2111±501	2084±536
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	2766 ±823	2815±848	2739±729	2867±687



ภาพที่ 4.25 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

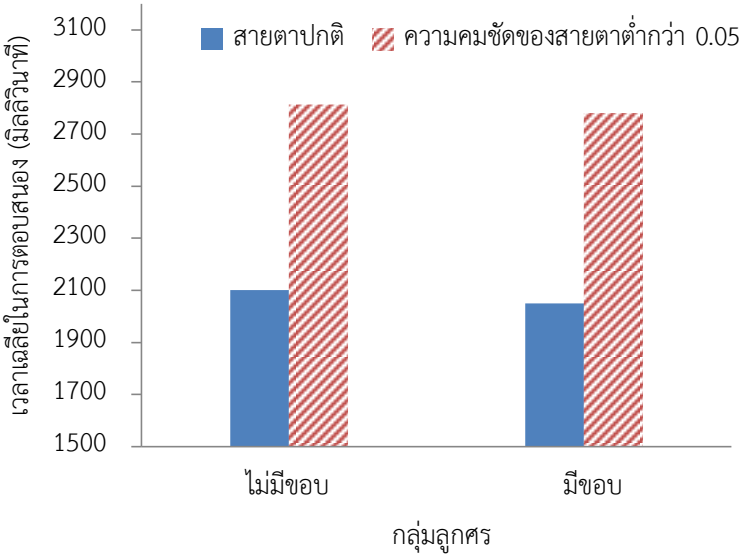
จากตารางที่ 4.20 และภาพที่ 4.25 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มคู่สีทั้งสีแดง ($t(16) = 3.93$, $p = 0.000$), สีเขียว ($t(16) = 4.19$, $p = 0.000$), สีน้ำเงิน ($t(16) = 4.00$, $p = 0.000$) และสีเหลือง ($t(16) = 5.43$, $p = 0.000$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรแบบเดียวกันในกลุ่มผู้สังเกตที่แตกต่างกัน

ผลการทดลองในลูกศรกลุ่มไม่มีขอบและมีขอบแยกตามประเภทของผู้สังเกตแสดงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรกลุ่มไม่มีขอบและมีขอบในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

กลุ่มผู้สังเกต	กลุ่มลูกศร ($\bar{x} \pm$ SD)	
	ไม่มีขอบ	มีขอบ
สายตาปกติ	2102±521	2049±403
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	2813±717	2781±819



ภาพที่ 4.26 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรกลุ่มไม่มีขอบและมีขอบในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 1 และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

จากตารางที่ 4.21 และภาพที่ 4.26 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกคู่ของกลุ่มผู้สังเกตทั้งในกลุ่มลูกศรทั้งลูกศรแบบไม่มีขอบ ($t(64) = 6.64$, $p = 0.000$)

และลูกศรแบบ มีขอบ (t(64) = 5.78, p = 0.000) โดยจะพบว่ากลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติจะมีการตอบสนองที่รวดเร็วกว่า

4) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างภาพพื้นหลังของที่ทำการไปรษณีย์ที่แตกต่างกัน

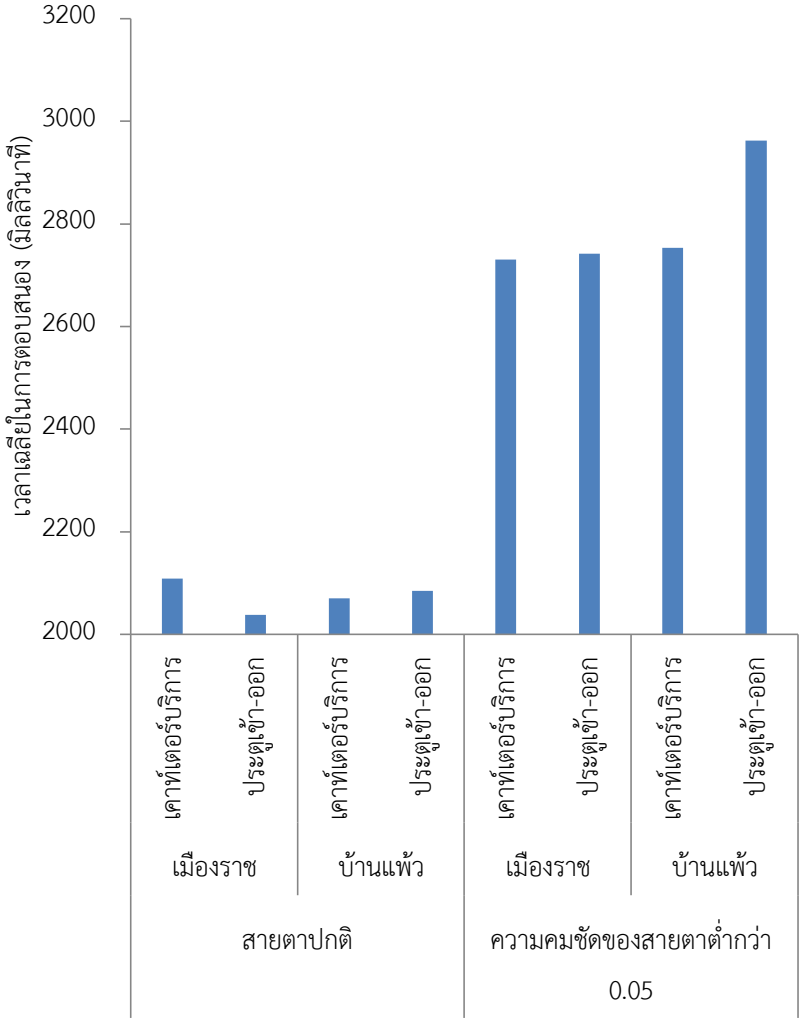
เนื่องจากได้ทำการถ่ายภาพจาก 2 สถานที่ได้แก่ ที่ทำการไปรษณีย์เมืองราชและที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว และในแต่ละสถานที่ได้ถ่ายภาพในตำแหน่งพื้นของด้านหน้าเคาท์เตอร์บริการ และบริเวณประตูเข้า-ออก ซึ่งจากผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละกรณี พบว่าให้ผลดังนี้

- เปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างพื้นหลังที่ต่างกันในสถานที่แห่งเดียวกันในแต่ละกลุ่มผู้สังเกต

ตารางที่ 4.22 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามตำแหน่งถ่ายภาพ ที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต

กลุ่มผู้สังเกต	ที่ทำการไปรษณีย์	ตำแหน่งถ่ายภาพ	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
สายตาปกติ	เมืองราช	เคาท์เตอร์บริการ	2109±495
		ประตูเข้า-ออก	2038±377
	บ้านแพ้ว	เคาท์เตอร์บริการ	2070±477
		ประตูเข้า-ออก	2085±519
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	เมืองราช	เคาท์เตอร์บริการ	2730±719
		ประตูเข้า-ออก	2742±739
	บ้านแพ้ว	เคาท์เตอร์บริการ	2753±637
		ประตูเข้า-ออก	2962±949

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

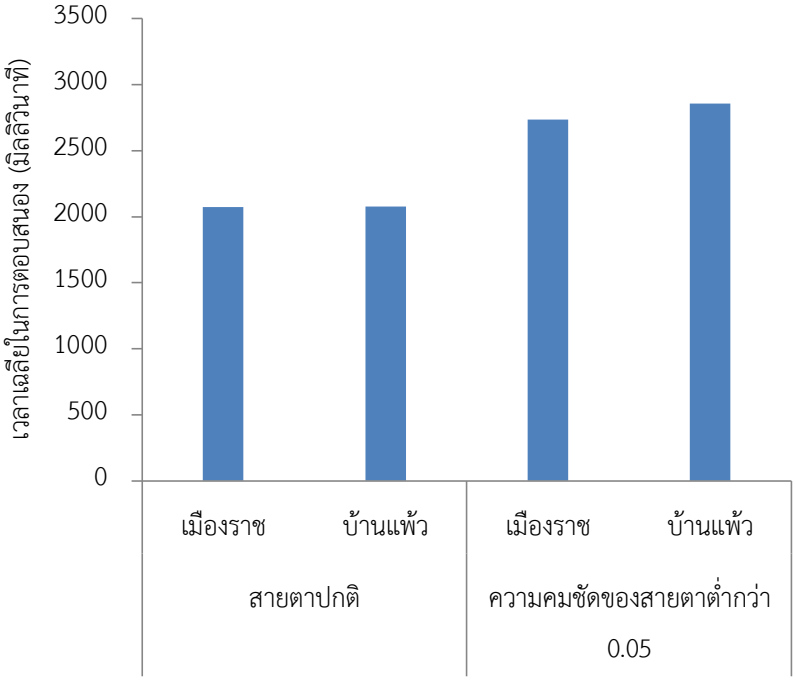
ภาพที่ 4.27 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศร แบ่งตามตำแหน่งถ่ายภาพ ที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.22 และภาพที่ 4.27 พบเพียงลูกศรที่ใช้ภาพพื้นหลังบริเวณเคาท์เตอร์ให้บริการและประตู้เข้า-ออกจากที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้วในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 เท่านั้น ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($t(32) = -2.13$, $p = 0.041$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างพื้นหลังที่ต่างสถานที่ในแต่ละกลุ่มผู้สังเกต

ตารางที่ 4.23 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต

กลุ่มผู้สังเกต	ที่ทำการไปรษณีย์	$\bar{x} \pm$ SD
สายตาปกติ	เมืองราช	2074±438
	บ้านแพ้ว	2078±495
ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05	เมืองราช	2736±724
	บ้านแพ้ว	2858±809



ภาพที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และกลุ่มผู้สังเกต

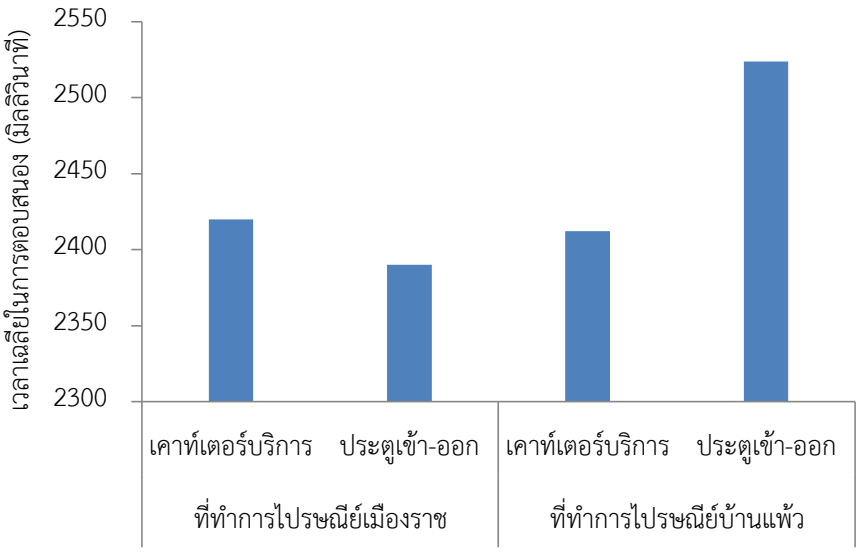
จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.23 และภาพที่ 4.28 พบลูกศรที่ใช้ภาพพื้นหลังในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 ระหว่างที่ทำการไปรษณีย์เมืองราชและบ้านแพ้วเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (t(64) = -2.19,

p = 0.032) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองของที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช (M=2404.9 มิลลิวินาที, S.D.=682.2) กับที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว (M=2467.6 มิลลิวินาที, S.D.=774.1) ปรากฏไม่พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างตำแหน่งภาพถ่ายพื้นหลังที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และตำแหน่งถ่ายภาพ

ตำแหน่งภาพถ่ายพื้นหลัง	$\bar{x} \pm SD$
ที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช, เคาท์เตอร์บริการ	2420±688
ที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช, ประตูเข้า-ออก	2390±682
ที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว, เคาท์เตอร์บริการ	2412±656
ที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว, ประตูเข้า-ออก	2524±878



ภาพที่ 4.29 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบ่งตามที่ทำการไปรษณีย์และตำแหน่งถ่ายภาพ

จากผลการทดลองดังตารางที่ 4.24 และภาพที่ 4.29 พบว่าพื้นหลังของลูกศรจากที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว, ประตูเข้า-ออกใช้เวลาการตอบสนองมากที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกพื้นหลัง คือ แตกต่างจากพื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์-เมืองราช, เคาท์เตอร์บริการ ($t(64) = -2.24$, $p = 0.018$), ที่ทำการไปรษณีย์เมืองราช, ประตูเข้า-ออก ($t(64) = -2.73$, $p = 0.008$) และ ที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว, เคาท์เตอร์บริการ ($t(64) = -2.02$, $p = 0.048$)

จากการทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติและผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 พบว่า ผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็น ซึ่งให้ค่าระดับสายตาที่ 0.04 มีการตอบสนองที่เร็วกว่ากลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 ในทุกกรณี ทั้งนี้ยังพบว่าผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองมีแนวโน้มในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเขียวได้เร็ว ในขณะที่ผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 มีแนวโน้มการตอบสนองได้เร็วต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงินในลูกศรแบบไม่มีขอบ และสีเหลืองในลูกศรแบบมีขอบ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 การตอบสนองต่อภาพพื้นหลังบริเวณประตูเข้า-ออกของที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้วได้ช้ากว่าภาพพื้นหลังอื่นอย่างมีนัยสำคัญ

4.5.2 ทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จากผลการทดลองในการทดลองที่ 4 และการร่วมกันแสดงความคิดเห็นต่อรูปภาพที่ใช้ทดลอง จึงได้ทดลองปรับรูปแบบการนำเสนอของลูกศรเพิ่มขึ้นอีก 1 รูปแบบ คือ ปรับให้ส่วนที่มีสีเป็นส่วนของปลายลูกศร ซึ่งจากเดิมที่เป็นทั้งส่วนหัวและหางของลูกศร รวมจึงมีลูกศรทั้งหมด 3 รูปแบบ (ภาพที่ 4.30)

ภาพที่ 4.30 ลูกศรที่ใช้ทดลอง (เฉพาะสีแดง) กับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกตสายตาเลือนราง

และจากผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างตำแหน่งภาพถ่ายพื้นหลังที่แตกต่างกันพบว่า ภาพพื้นหลังบริเวณประตูทางเข้า-ออกที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว ใช้เวลาการตอบสนองมากกว่าพื้นหลังอื่นอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้ปรับการนำเสนอให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นโดยตัดภาพพื้นหลังข้างต้นออกให้เหลือภาพพื้นหลังเพียง 3 ภาพเท่านั้น จึงเหลือเป็นภาพเพื่อใช้ทดลองรวม 96 ภาพ (4 สี, 4 ทิศทาง, 3 รูปแบบ, 2 รอบ)

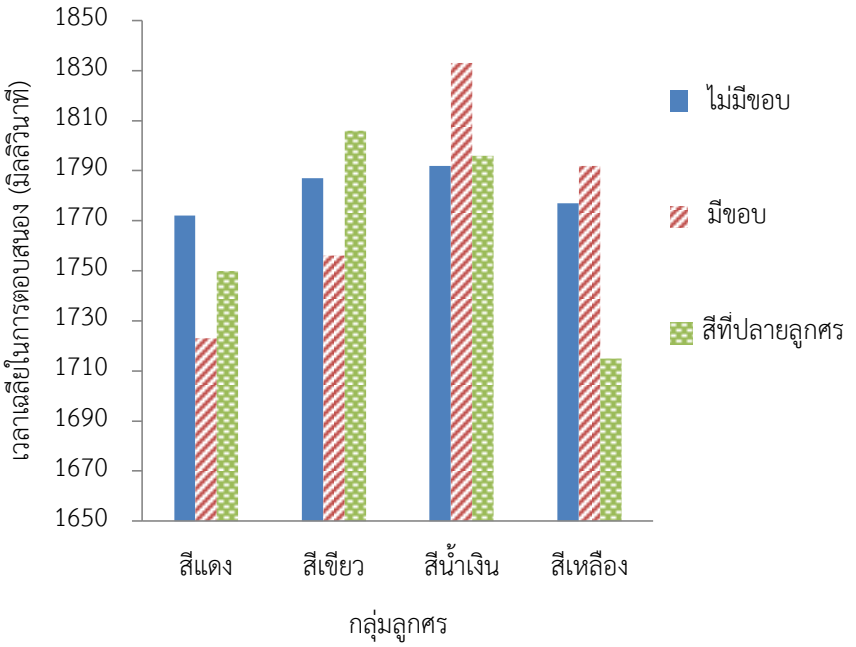
ในการทดลองต่อไปจะใช้ผู้สังเกตสายตาปกติ 4 คน ทำการทดลองในห้องมืดโดยสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นเพียงคนละชนิด โดย 2 คนสวมใส่แว่นตาจำลองแบบ BL และอีก 2 คนสวมใส่แว่นตาจำลองแบบ OLS เพื่อเปรียบเทียบกับการทดลองในผู้สังเกตสายตาเลือนราง จำนวน 4 คน

1) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2
   - เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างสีของลูกศรที่ต่างกันในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบ มีขอบ และสีที่ปลายลูกศร

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบตามกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$		
	ไม่มีขอบ	มีขอบ	สีที่ปลายลูกศร
สีแดง	1772±140	1723±83	1750±116
สีเขียว	1787±60	1756±86	1806±74
สีน้ำเงิน	1792±78	1833±130	1796±160
สีเหลือง	1777±132	1792±64	1715±119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบตามกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

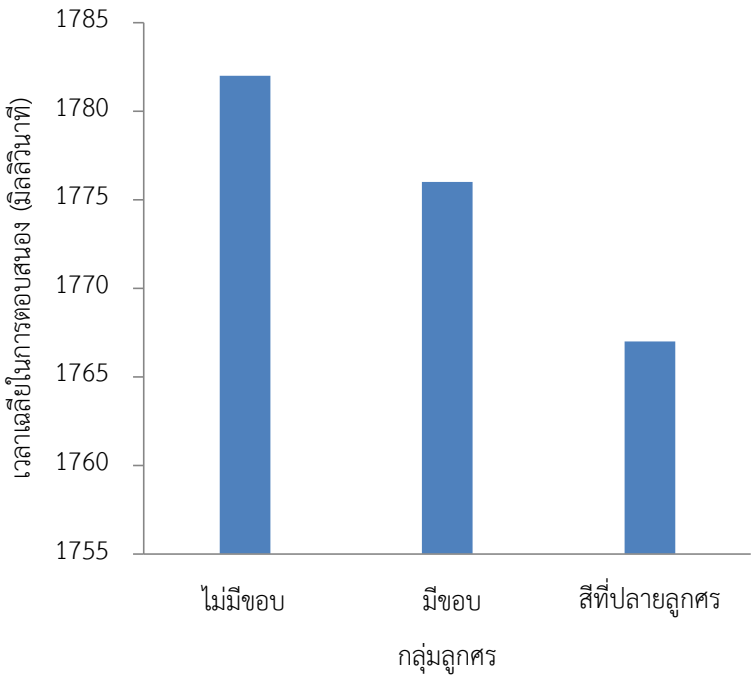
จากตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.31 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลูกศรสีแดงกับสีเหลืองในกลุ่มลูกศรแบบมีขอบ ($t(8) = -3.24$, $p = 0.014$) และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระหว่างลูกศรแบบมีขอบกับลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรในกลุ่มลูกศรสีเหลือง ($t(8) = 2.65$, $p = 0.033$)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

กลุ่มของลูกศร	$\bar{x} \pm SD$
ไม่มีขอบ	1782±103
มีขอบ	1776±99
สีที่ปลายลูกศร	1767±121



ภาพที่ 4.32 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

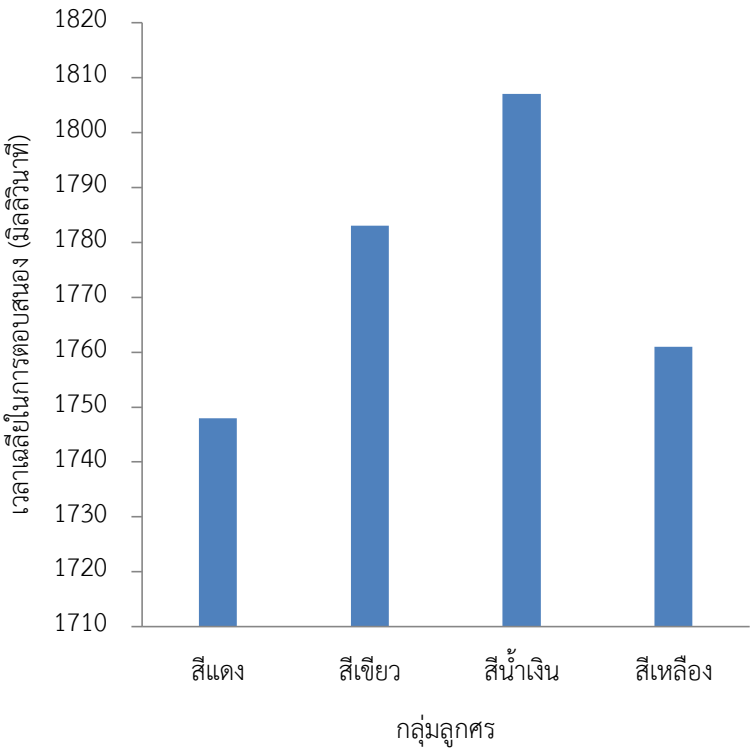
จากตารางที่ 4.26 และภาพที่ 4.32 พบว่าลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรตอบสนองได้รวดเร็วที่สุด แต่ไม่พบว่าลูกศรคู่ใด มีระยะเวลาการตอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
สีแดง	1748±112
สีเขียว	1783±74
สีน้ำเงิน	1807±123
สีเหลือง	1761±110



ภาพที่ 4.33 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2

จากตารางที่ 4.27 และภาพที่ 4.33 พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลูกศรสีแดงและ สีน้ำเงินเท่านั้น ($t(24) = -2.17$, $p = 0.040$) โดยมีการตอบสนองต่อลูกศรสีแดงเร็วที่สุด

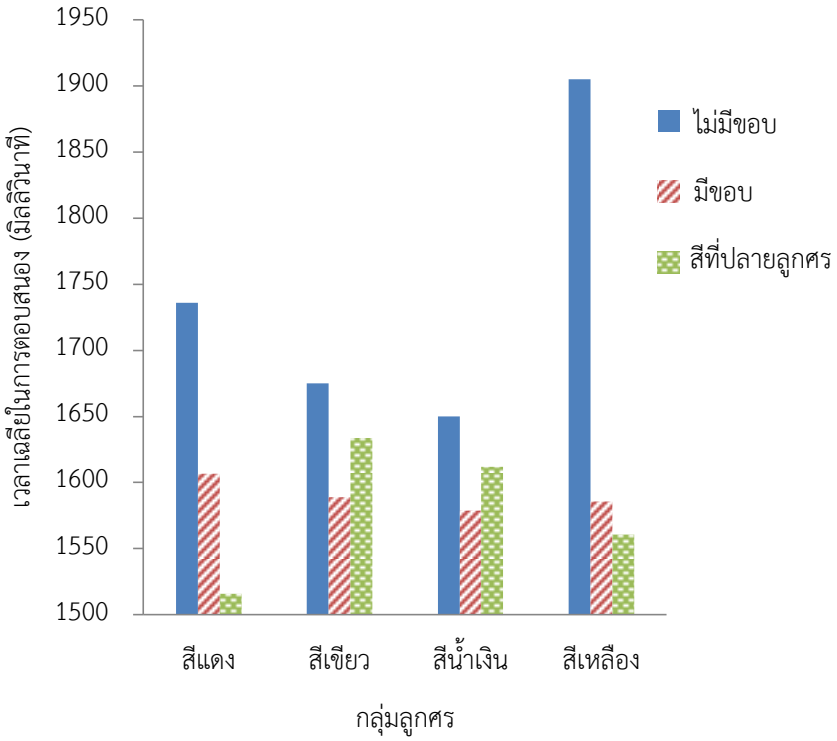
2) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างสีของลูกศรที่ต่างกันในกลุ่มลูกศรไม่มีขอบ มีขอบ และสีที่ปลายลูกศร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm$ SD		
	ไม่มีขอบ	มีขอบ	สีที่ปลายลูกศร
สีแดง	1736±427	1607±266[a]	1516±286[a]
สีเขียว	1675±223	1589±142	1634±153
สีน้ำเงิน	1650±176	1579±186	1612±138
สีเหลือง	1905±623	1586±170	1561±223



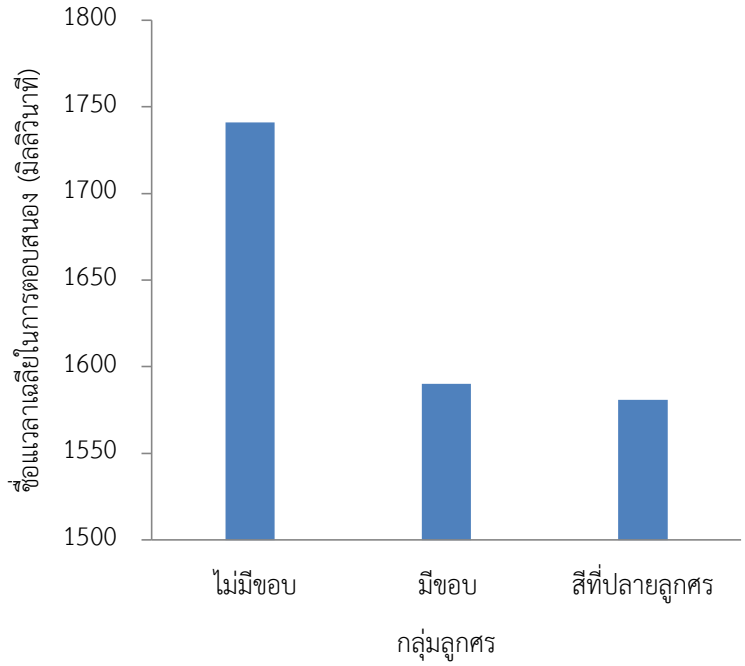
ภาพที่ 4.34 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละรูปแบบ แต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จากตารางที่ 4.28 และภาพที่ 4.34 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระหว่างลูกศรแบบมีขอบกับลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรในกลุ่มลูกศรสีแดง ($t(8) = 3.18$, $p = 0.015$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มลูกศรที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

ตารางที่ 4.29 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

กลุ่มของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
ไม่มีขอบ	1741±397
มีขอบ	1590±187
สีที่ปลายลูกศร	1581±204



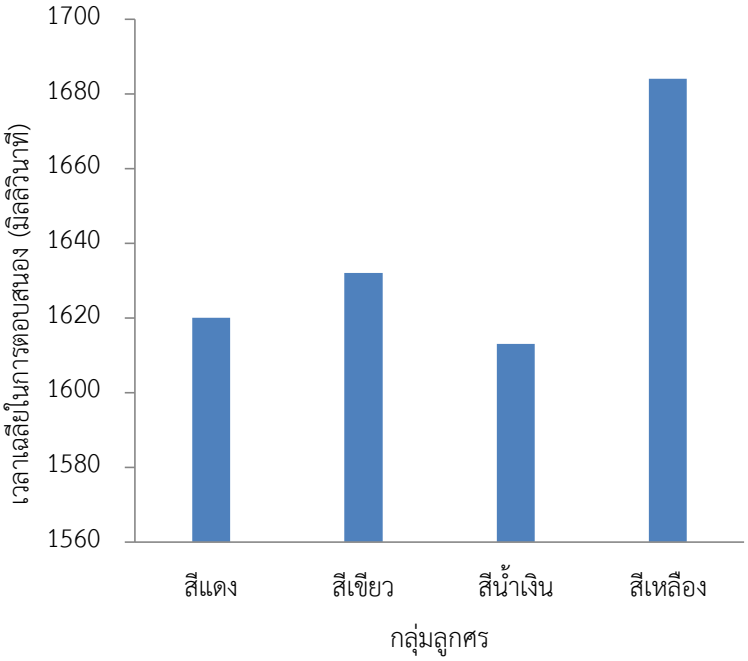
ภาพที่ 4.35 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จากตารางที่ 4.29 และภาพที่ 4.35 พบลูกศรแบบไม่มีขอบใช้ระยะเวลาการตอบสนองมากที่สุดและพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างระหว่างลูกศรแบบไม่มีขอบกับลูกศรแบบมีขอบ ($t(32) = 3.08$, $p = 0.004$) และลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร ($t(32) = 3.39$, $p = 0.002$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มสีของลูกศรที่แตกต่างกันในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

ตารางที่ 4.30 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm \mathrm{SD}$
สีแดง	1620±332
สีเขียว	1632±173
สีน้ำเงิน	1613±163
สีเหลือง	1684±409



ภาพที่ 4.36 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จากตารางที่ 4.30 และภาพที่ 4.36 ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลูกศรในกลุ่มสีใดเลย

3) เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างคู่สีของลูกศรในแต่ละกลุ่มที่ต่างกัน

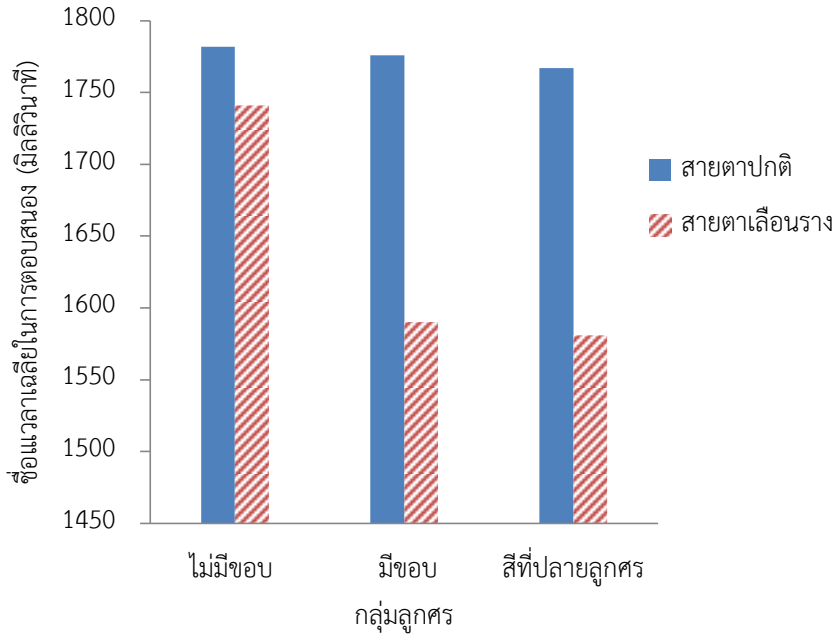
จากตารางที่ 4.25 และ 4.28 พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในลูกศรสีน้ำเงินในกลุ่มลูกศรแบบไม่มีขอบ ($t(8) = -3.24$, $p = 0.014$), ลูกศรสีน้ำเงินในกลุ่มลูกศรแบบมีขอบ ($t(8) = -2.94$, $p = 0.022$), ลูกศรสีเหลืองในกลุ่มลูกศรแบบมีขอบ ($t(8) = 3.09$, $p = 0.018$), ลูกศรสีเขียวในกลุ่มลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร ($t(8) = 2.47$, $p = 0.043$) และลูกศรสีน้ำเงินในกลุ่มลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร ($t(8) = -3.15$, $p = 0.016$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างคู่ของกลุ่มรูปแบบลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.31 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง

กลุ่มของลูกศร	$\bar{x} \pm SD$	
	ผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2	ผู้สังเกตสายตาเลือนราง
ไม่มีขอบ	1782±103	1741±397
มีขอบ	1776±99[a]	1590±187[a]
สีที่ปลายลูกศร	1767±121[b]	1581±204[b]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ภาพที่ 4.37 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแบบต่างๆ ในกลุ่มผู้สังเกตผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง

จากตารางที่ 4.31 และภาพที่ 4.37 ผลการทดลองระหว่างผู้สังเกตทั้งสองกลุ่ม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มลูกศรแบบมีขอบ ($t(32) = -4.54$, $p = 0.000$) และกลุ่มลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร ($t(32) = -4.67$, $p = 0.000$)

- เปรียบเทียบความแตกต่างของเวลาที่ใช้ในการตอบทิศทางของลูกศรระหว่างคู่สีของลูกศรในกลุ่มผู้สังเกตที่ต่างกัน

ตารางที่ 4.32 ค่าเฉลี่ย (มิลลิวินาที) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลูกศรแต่ละกลุ่มสีในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 กับสายตาเลือนราง

กลุ่มสีของลูกศร	$\bar{x} \pm SD$	
	ผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2	ผู้สังเกตสายตาเลือนราง
สีแดง	1748±112	1620±332
สีเขียว	1783±74[a]	1632±173[a]
สีน้ำเงิน	1807±123[b]	1613±163[b]
สีเหลือง	1761±110	1684±409

จากตารางที่ 4.32 ผลการทดลองระหว่างผู้สังเกตทั้งสองกลุ่มพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มลูกศรสีเขียว ($t(24) = -3.50$, $p = 0.002$) และกลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน ($t(24) = -5.01$, $p = 0.000$)

จากการทดลองกับผู้สังเกตสายตาปกติและผู้สังเกตสายตาเลือนรางพบว่า ผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็น ซึ่งให้ค่าระดับสายตาที่ 0.04 มีการตอบสนองที่เร็วกว่ากลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 ในกลุ่มลูกศรสีเหลืองแบบมีขอบเพียงกรณีเดียว ทั้งนี้ยังพบว่าผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองมีแนวโน้มในการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดงได้เร็ว ในขณะที่ผู้สังเกตสายตาเลือนรางยังคมมีแนวโน้มการตอบสนองได้เร็วต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงินในลูกศรแบบไม่มีขอบและแบบมีขอบ และตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดงได้เร็วขึ้นเมื่อปรับการนำเสนอเป็นแบบมีสีที่ปลายของลูกศร โดยยังพบว่าเวลาการตอบสนองเฉลี่ยของผู้สังเกตสายตาเลือนรางมีค่าน้อยกว่ากลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองอีกด้วย

นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Chen C. และ Huang K. [29] พบว่ากลุ่มผู้สังเกตทั้ง 3 กลุ่ม ได้แก่ ผู้สังเกตสายตาปกติ ผู้สังเกตสายตาสั้น และผู้สังเกตสายตาเลือนรางมีระยะเวลาการตอบสนองต่อพื้นหลังแสงสีน้ำเงินไวกว่าพื้นหลังแสงสีแดง ซึ่งสอดคล้องกับผลการตอบสนองของกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 และสายตาเลือนรางในงานวิจัยนี้ อีกทั้งยังพบว่าระยะเวลาการตอบสนองของผู้สังเกตทั้ง 3 กลุ่มข้างต้นมีความแตกต่างกันตามระดับการมองเห็น โดยผู้สังเกตที่มีสายตาปกติจะตอบสนองได้รวดเร็วกว่าผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนราง ซึ่งสอดคล้องกับผลจากงานวิจัยนี้เช่นกัน ที่เวลาการตอบสนองของกลุ่มกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 จะตอบสนองได้ช้ากว่ากลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเพื่อหารูปแบบ ขนาด และสีลูกศรบอกทิศทาง ที่ทำให้คนสายตาเลือนรางมองเห็นและตอบสนองได้อย่างรวดเร็วในพื้นที่ที่ทำการไปรษณีย์ของไทย จึงได้คัดเลือกลูกศรมา 8 แบบ เมื่อได้แบบที่เหมาะสมจึงนำมาปรับการนำเสนอด้วยการเติมสีลงบนองค์ประกอบของภาพของเครื่องหมายลูกศรซึ่งจะถูกนำมาทดลองเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมสำหรับการมองเห็นด้วยแว่นตาจำลองการมองเห็นก่อนที่จะนำไปทดลองเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองต่อลูกศรที่ได้ถูกปรับรูปแบบการนำเสนอ ให้ได้รูปแบบที่มีการตอบสนองที่เหมาะสม แล้วจึงทดสอบการใช้งานโดยสร้างภาพที่มีเครื่องหมายลูกศรจัดวางอยู่บนพื้นหลังที่ถ่ายภาพจากที่ทำการไปรษณีย์จริง และทดสอบโดยใช้ผู้สังเกตที่มีสายตาเลือนรางเปรียบเทียบกับผู้สังเกตที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็น ซึ่งได้นำผลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติและเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้

5.1.1 รูปแบบของลูกศรที่เหมาะสม

เมื่อเปรียบเทียบผลการเลือกรูปภาพที่ผู้สังเกตทั้ง 20 คนเลือกให้เป็นขีดเริ่มเปลี่ยนของขนาดเมื่อสวมใส่แว่นตาจำลองทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ แว่นตาจำลองแบบ BL, OLS และ NV พบว่าขนาดที่เหมาะสมคือลูกศรที่มีขนาดมุมการมอง 5.0 องศา จึงได้สร้างภาพสำหรับการทดลองเลือกรูปแบบซึ่งจะปรากฏเครื่องหมายที่มีขนาดข้างต้นครั้งละ 2 ภาพ ซึ่งพบว่าผู้สังเกตทั้ง 20 คน เลือกลูกศรแบบที่ 1 มากที่สุด (ภาพที่ 5.1) และมีความถี่การเลือกแตกต่างจากการเลือกลูกศรในแบบที่ 5 ($t(20) = 6.47$, $p = 0.000$) และ แบบที่ 8 ($t(20) = 2.91$, $p = 0.009$) อย่างมีนัยสำคัญ

ภาพที่ 5.1 ภาพลูกศรแบบที่ 1 (ซ้าย), 5 (กลาง) และ 8 (ขวา)

5.1.2 รูปแบบของลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสม

เมื่อนำลูกศรแบบที่ 1 มาปรับรูปแบบการนำเสนอเข้ากับการใช้สีเพื่อความปลอดภัยทั้ง 4 สี คือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีเหลืองได้ทั้งสิ้น 16 รูปแบบ (ภาพที่ 5.2) ซึ่งได้ถูกนำไปหาขีดเริ่มเปลี่ยนของการนำเสนอรูปภาพโดยผู้สังเกตที่ใส่แว่นตาจำลองแบบ BL, OLS และ NV ทั้ง 20 คน พบว่าขนาดที่เหมาะสมคือลูกศรที่มีขนาดมุมการมอง 5.5 องศา จากนั้นจึงได้ปรับรูปแบบการนำเสนอด้วยการเพิ่มขอบล้อมรอบเครื่องหมายลูกศรเพิ่มเติมทำให้ได้ภาพเพิ่มขึ้นอีก 16 รูปแบบ (ภาพที่ 5.3)

ภาพที่ 5.2 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอจากลูกศรแบบที่ 1

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาพที่ 5.3 ลูกศรที่ได้จากการปรับรูปแบบการนำเสนอจากลูกศรแบบที่ 1 เพิ่มเติมด้วยขอบล้อมรอบเครื่องหมาย

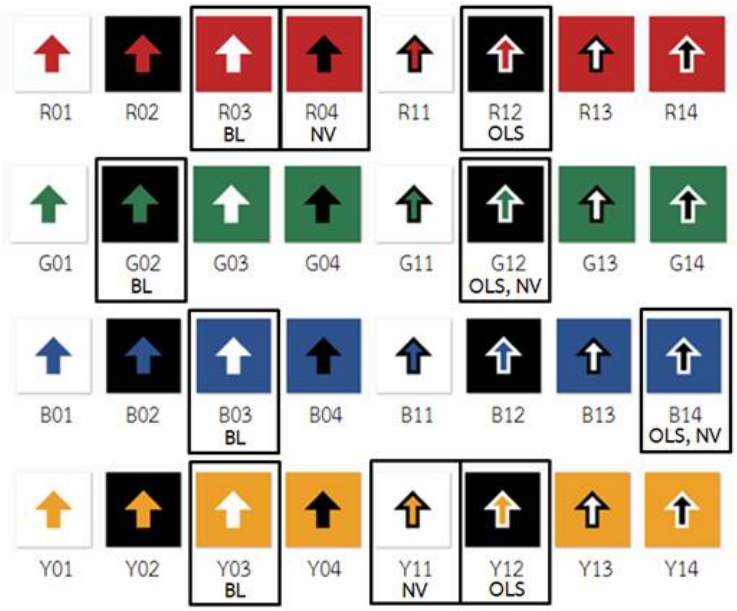
จากภาพลูกศรทั้ง 32 รูปแบบนำมาเพิ่มจำนวนโดยการเพิ่มทิศทางของลูกศรเป็นรูปแบบละ 4 ทิศทาง คือ บน ล่าง ซ้าย และขวา รวมทำให้มีภาพสำหรับการทดลองเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองต่อลูกศรแต่ละรูปแบบรวมทั้งสิ้น 128 ภาพ เมื่อทดสอบโดยให้ผู้สังเกตทั้ง 8 คนซึ่งสวมแว่นตาจำลองการมองเห็นทั้ง 3 แบบมองและกดตอบทิศทางลงบนแป้นพิมพ์ ผลของการทดลองสรุปได้ดังนี้

1) ลูกศรสีน้ำเงินแบบมีขอบมีการตอบสนองได้เร็วขึ้นกว่าลูกศรเดิมที่ไม่มีขอบ ($t(24) = 3.33$, $p = 0.003$)

2) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มสีพบว่าสีเขียวมีการตอบสนองได้ดีที่สุดและตอบสนองได้ดีกว่าสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ($t(48) = -2.01$, $p = 0.05$.)

3) เปรียบเทียบระหว่างแว่นตาจำลองการมองเห็นพบว่าในแว่นตาจำลองแบบ NV ใช้เวลาการตอบสนองมากที่สุดและมากกว่าในแว่นตาจำลองแบบ BL ($t(32) = -2.27$, $p = 0.030$.) และ OLS ($t(32) = -3.14$, $p = 0.004$.) อย่างมีนัยสำคัญอีกด้วย

4) จากการเปรียบเทียบเวลาการตอบสนองในลูกศรแต่ละรูปแบบไม่พบลูกศรที่ตอบสนองได้อย่างรวดเร็วแตกต่างจากรูปแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญ จึงได้รายงานผลการทดสอบเป็นแบบของลูกศรที่มีการตอบสนองเร็วที่สุดในแต่ละแว่นตาจำลองในลูกศรแต่ละกลุ่มสี แสดงดังภาพที่ 5.4



ภาพที่ 5.4 ลูกศรที่ใช้เวลาการตอบสนองน้อยที่สุดในแต่ละแว่นตาจำลองการมองเห็น คือภาพที่ล้อมด้วยขอบดำ

จากผลการทดสอบข้างต้นจึงได้เลือกลูกศรรูปแบบ 12 เป็นตัวแทนของลูกศรกลุ่มที่มีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย และเลือกลูกศรรูปแบบ 03 เป็นตัวแทนของลูกศรกลุ่มที่ไม่มีขอบล้อมรอบเครื่องหมาย เพื่อนำไปใช้ทดสอบต่อในการทดลองถัดไป

5.1.3 การตอบสนองต่อลูกศรที่จำลองติดบนภาพจากในที่ทำการไปรษณีย์

ลูกศรที่ได้รับคัดเลือก (ภาพที่ 5.5) เมื่อทำการทดลองได้แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เปรียบเทียบเวลาการตอบสนองระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่ใส่แว่นตาจำลองการมองเห็นกับกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 และตอนที่ 2 เปรียบเทียบเวลาการตอบสนองระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบเลือนรางกับผู้สังเกตสายตาเลือนราง ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

ภาพที่ 5.5 ลูกศรที่ใช้ทดลองติดบนภาพจากในที่ทำการไปรษณีย์

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบเวลาการตอบสนองระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบเลือนรางกับกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1) ในกลุ่มกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 พบว่าใช้เวลาการตอบสนองต่อลูกศรในแบบไม่มีขอบกลุ่มสีน้ำเงินได้เร็วที่สุด และตอบสนองแตกต่างจากกลุ่มสีเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ ($t(16) = -2.95$, $p = 0.010$) ในขณะที่ตอบสนองต่อลูกศรแบบมีขอบในกลุ่มสีเหลืองเร็วที่สุด

2) ในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติพบว่าตอบสนองต่อลูกศรกลุ่มสีเขียวได้เร็วที่สุด ทั้งในลูกศรแบบไม่มีขอบและแบบมีขอบ

3) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้สังเกต พบว่าผู้สังเกตสายตาปกติมีการตอบสนองที่เร็วกว่ากลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 และพบว่าใช้เวลาตอบสนองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกกลุ่มสี และแบบของลูกศร เช่น สีแดงตาปกติต่างกับสีแดงกลุ่มผู้สังเกตที่มี

ความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05, มีขอบตาปกติต่างกับมีขอบกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 เป็นต้น

4) การตอบสนองต่อพื้นหลังพบว่าพื้นหลังที่ทำการไปรษณีย์บ้านแพ้ว บริเวณประตูเข้า-ออก ใช้เวลาการตอบสนองมากที่สุดในทั้งสองกลุ่มผู้สังเกต และพบว่าในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 พื้นหลังดังกล่าวใช้เวลาตอบสนองมากกว่าตำแหน่งอื่นทุกตำแหน่งอย่างมีนัยสำคัญ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบเวลาการตอบสนองระหว่างกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็นแบบเลือนรางกับกลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง

ปรับรูปแบบการนำเสนอของลูกศรเพิ่มขึ้นอีก 1 แบบ รวมมีทั้งสิ้น 3 แบบในการทดสอบ (ภาพที่ 5.6)

ภาพที่ 5.6 ลูกศรที่ใช้ทดลอง (กรณีสีแดง) กับผู้สังเกตสายตาปกติกลุ่มที่ 2 และผู้สังเกตสายตาเลือนราง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1) กลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง มีการตอบสนองต่อลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรรวดเร็วที่สุด

2) กลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง มีการตอบสนองต่อลูกศรกลุ่มสีน้ำเงินรวดเร็วที่สุด

3) กลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง มีการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีน้ำเงินในลูกศรแบบมีขอบและไม่มีขอบได้ไวที่สุด และตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดงในลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรไวที่สุด

4) กลุ่มผู้สังเกตสายตาเลือนราง มีการตอบสนองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใน

- กลุ่มลูกศรสีแดงแบบมีขอบ กับกลุ่มลูกศรสีแดงแบบมีสีที่ปลายลูกศร
- ลูกศรแบบไม่มีขอบ กับ ลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร
- ลูกศรแบบไม่มีขอบ กับ ลูกศรแบบมีขอบ

5) กลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติ มีการตอบสนองต่อลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรรวดเร็วที่สุดเช่นกัน

6) กลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติ มีการตอบสนองต่อลูกศรกลุ่มสีแดงรวดเร็วที่สุด

7) กลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติ มีการตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีแดงในลูกศรแบบมีขอบและไม่มีขอบได้ไวที่สุด และตอบสนองต่อกลุ่มลูกศรสีเหลืองในลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศรไวที่สุด

8) กลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติ มีการตอบสนองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใน

- กลุ่มลูกศรสีแดงแบบมีขอบ กับกลุ่มลูกศรสีเหลืองแบบมีขอบ
- กลุ่มลูกศรสีเหลืองแบบมีขอบ กับกลุ่มลูกศรสีเหลืองแบบมีสีที่ปลายลูกศร
- กลุ่มลูกศรสีแดง กับ กลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน

9) ระหว่างกลุ่มผู้สังเกตมีการตอบสนองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

- กลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน แบบไม่มีขอบ
- กลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน แบบมีขอบ
- กลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน แบบมีสีที่ปลายลูกศร
- กลุ่มลูกศรสีเหลือง แบบมีขอบ
- กลุ่มลูกศรสีเขียว แบบมีสีที่ปลายลูกศร
- ลูกศรแบบมีขอบ
- ลูกศรแบบมีสีที่ปลายลูกศร
- กลุ่มลูกศรสีเขียว
- กลุ่มลูกศรสีน้ำเงิน

ของทั้งสองกลุ่มผู้สังเกต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากงานวิจัยนี้จะพบว่าเวลาการตอบสนองของกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 จะใช้ระยะเวลามากที่สุด ตามด้วยผู้ที่มีสายตาปกติสวมแว่นตาจำลอง และผู้ที่มีสายตาเลือนราง เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะค่าระดับสายตาและประสบการณ์ที่แตกต่างกัน ในกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 ซึ่งค่อนข้างต่ำมากจึงส่งผลให้การตอบสนองเป็นไปได้ช้ากว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นๆ แต่ในกรณีผู้ที่มีสายตาเลือนรางนั้นพบว่ามีการตอบสนองได้เร็วกว่าผู้ที่มีสายตาปกติสวมแว่นตาจำลอง ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าความคุ้นชินต่อภาพที่มองเห็นในคนสายตาเลือนราง

มีประสบการณ์ต่อการมองภาพที่ไม่คมชัดมากกว่าคนปกติที่เคยมองเห็นชัดก่อนการสวมแว่น จึงส่งผลให้คนที่มีสายตาปกติยังไม่คุ้นชินและมีการตอบสนองที่ช้ากว่าคนสายตาเลือนราง ทั้งนี้จะพบว่าทั้งกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 และสายตาเลือนรางมีการตอบสนองต่อลูกศรกลุ่มสีน้ำเงินที่รวดเร็วกว่าสีอื่น และควรหลีกเลี่ยงการใช้พื้นหลังสีเหลืองที่ทำให้มีการตอบสนองต่อเครื่องหมายช้ากว่า

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การอธิบายให้ความรู้ความเข้าใจแก่ผู้สังเกตต่อการทดลองนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก ถึงแม้ลักษณะการตอบสนองต่อภาพจะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคล แต่ความรู้ความเข้าใจเรื่องการหาขนาดซึ่งเป็นขีดเริ่มเปลี่ยนก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพราะกลุ่มผู้สังเกตบางส่วนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหมายและการหาขีดเริ่มเปลี่ยน ถึงแม้ผู้วิจัยได้ให้ความรู้แก่กลุ่มผู้สังเกตและผู้สังเกตยืนยันว่าเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว แต่ก็ไม่อาจรับรองได้ว่าผู้สังเกตเข้าใจตรงกับสิ่งที่ผู้วิจัยได้อธิบายไปทั้งหมด ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้สังเกตใช้ความรู้สึกในการตัดสินใจ ดังนั้น จึงควรเพิ่มการฝึกปฏิบัติแก่ผู้สังเกตให้มากขึ้น หรือมีการทดสอบก่อนการทดลองจริง

2. งานวิจัยนี้ใช้ผู้สังเกตในการทดลองที่ 5 เป็นผู้ที่มีสายตาปกติ 2 กลุ่ม ๆ ละ 4 คน เพื่อเป็นตัวแทนของผู้สังเกตที่มีสายตาปกติทั่วไป และกลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 จำนวน 4 คน และผู้สังเกตสายตาเลือนรางจำนวน 4 คน เพื่อเป็นตัวแทนของผู้สังเกตที่มีระดับสายตาต่ำกว่า 0.05 และอยู่ในช่วง 0.3-0.05 ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างอาจยังไม่ครอบคลุมถึงความหลากหลายของประชากรในกลุ่มนั้น จึงควรเพิ่มจำนวนผู้สังเกตเพื่อให้สามารถเป็นตัวแทนของกลุ่มประชากรที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

3. จากจำนวนภาพที่ใช้ทดสอบในขั้นตอนที่ 5 ทั้ง 2 ตอน ตอนที่ 1 จำนวน 128 ภาพ และตอนที่ 2 จำนวน 96 ภาพ เมื่อเปรียบเทียบเวลาการตอบสนองในกลุ่มผู้สังเกตสายตาปกติที่สวมแว่นตาจำลองการมองเห็นทั้งสองกลุ่ม พบว่าเวลาการตอบสนองมีแนวโน้มแตกต่างกัน คือ มีการตอบสนองต่อภาพในตอนที่ 2 เร็วกว่าภาพในการทดลองตอนที่ 1 ทั้งนี้อาจจะมาจากจำนวนภาพที่น้อยกว่า ทำให้มีความล้าและเบื่อหน่ายในการทำทดสอบน้อยกว่า ดังนั้น จึงควรปรับให้มีจำนวนภาพที่เหมาะสม ไม่ทำให้การทดสอบใช้เวลานานเกินไป จนอาจส่งผลต่อผลการทดลองที่อาจไม่แม่นยำเพียงพอ

4. ในการมองภาพทดลองของผู้กลุ่มผู้สังเกตที่มีความคมชัดของสายตาต่ำกว่า 0.05 ในบางภาพ ผู้สังเกตเกิดความสับสน เนื่องจากปีกของลูกศรมีการแผ่ขยายออกไปด้านข้างมาถึงจุดที่เป็นความยาวครึ่งหนึ่งของเครื่องหมายลูกศร ทำให้เกิดความลังเลในการตอบทิศทางเนื่องจากการวางไว้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ระยะดังกล่าว ส่งผลรบกวนการมองเห็นว่าหัวลูกศรชี้ไปทิศทางใด ซึ่งอาจขยายขอบเขตของงานวิจัยให้ครอบคุลมการปรับปรุงลูกศรให้มีความยาวของหางมากขึ้นและเหมาะสมเพียงพอที่จะทำให้ผู้สังเกตมองและเข้าใจความหมายในการบอกทิศทางได้โดยไม่เกิดความลังเล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. องค์การค้าของคุรุสภา, สารานุกรมรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย (พ.ศ.2540) เรื่อง หลักความเสมอภาค. 2543, กรุงเทพ.
2. พระราชบัญญัติความเท่าเทียมระหว่างเพศ พ.ศ. 2558, (2558, 13 มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 132 ตอนที่ 18 ก: หน้า 17-77.
3. พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พ.ศ. 2550, (2550, 27 กันยายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 124 ตอนที่ 61 ก: หน้า 1-77.
4. ประกาศกระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ เรื่อง ประเภทและหลักเกณฑ์ความพิการ (ฉบับที่ 2), (2555, 26 กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 129 ตอนพิเศษ 129 ง.
5. คลีนิกสายตาเลือนราง (Low Vision). [cited 2017 9-8]; Available from: http://www.metta.go.th/service/ophthalmology/low-vision.
6. รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ที่เกี่ยวข้องกับคนพิการ. 2550. [cited 2017 5-6]; Available from: http://www.pwdsthai.com/files/law/laws1.pdf.
7. ปี 68 ไทยก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์. [cited 2017 9-8]; Available from: http://www.thaihealth.or.th/Content/23525-ปี%2068%20ไทยก้าวสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างสมบูรณ์%20.html.
8. Cornsweet, T.N., *The Staircase-Method in Psychophysics.* The American Journal of Psychology, 1962. 75(3): p. 485-491.
9. WHO. *ICD*-10 *Version:*2016 *, Visual disturbances and blindness* (*H*53-*H*54). [cited 2017 5-6]; Available from: http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en#/H53-H54.
10. กระทรวงอุตสาหกรรม, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สีและเครื่องหมายเพื่อความปลอดภัย มอก. 635-2554. 2554.
11. สำนักงานคณะกรรมการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ กรมประชาสงเคราะห์, พระราชบัญญัติการฟื้นฟูสมรรถภาพคนพิการ พ.ศ. 2534. 2534.
12. นุชนาฎ สินพรชัย, การบริการผู้ป่วยสายตาเลือนราง. จักษุสาธารณสุข, 2537. 8(2): หน้า 103-121.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

13. Nitiruangjarus, K., and Thanasombatskul, N., *Visual Rehabilitation in Patients with Visual Impairment Visiting a Low Vision Clinic.* Journal of Nursing Science, 2009. 27(3): p. 13-22.
14. American National Standards Institute, *American National Standard for Safety Colors. ANSI Z*535.1. 2012: Washington DC.
15. Fraser, B., Murphy, C., and Bunting, F., *Real World Color Management*. 2005: Peachpit Press.
16. Kolb, H., *Simple Anatomy of the Retina*. [cited 2017 9-8]; Available from: http://webvision.med.utah.edu/book/part-i-foundations/simple-anatomy-of-the-retina/
17. *CIELAB Colour Space*. [cited 2016 5-16]; Available from: http://www.mdpi.com/sensors/sensors-14-11943/article_deploy/html/images/sensors-14-11943f2-1024.png.
18. *visual fields*. [cited 2017 9-8]; Available from: https://www.ophthalmologyreview.org/neuro/visual-fields/visual-fields-intro/.
19. Fairchild, M.D., *Color appearance models*. 2013: John Wiley & Sons.
20. Braun, K.M., F,M.D., and Alessi, P.J., *Viewing techniques for cross-media image comparisons.* Color Research & Application, 1996. 21(1): p. 6-17.
21. Gescheider, G.A., *Psychophysics : method, theory, and application*. second ed. 1985: Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
22. พิชญดา เกตุเมฆ และ มิสึโอะ อิเคดะ, ไซโคฟิสิกส์ด้านการมองเห็น: พื้นฐานและการประยุกต์. 2555, กรุงเทพฯ: อักษราพิพัฒน์.
23. Grondin, S., *Psychology of Perception*. 2016: Springer.
24. Lopez, M.D.L., *Accessibility for blind and visually impaired people.* International Congress Series 1282 2005: p. 1038-1040.
25. Lomperski, T.J., *Enhancing Interior Building Sign Readability for Older Adults: Lighting Color and Sign Color Contrast.* Journal of Interior Design 1997. 23(2): p. 17-27.
26. Griffith, L.J., and Leonard, S.D., *Association of colors with warning signal words* International Journal of Industrial Ergonomics, 1997. 20: p. 317-325.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

27. Susana, T. L., Chung, G.E.L., *Comparing the Shape of Contrast Sensitivity Functions for Normal and Low Vision.* Invest Ophthalmol Vis Sci, 2016. 57: p. 198–207.

28. Zielinska, O.A., Mayhorn, C.B., and Wogalter, M.S., *Connoted hazard and perceived importance of fluorescent, neon, and standard safety colors.* Applied Ergonomics, 2017. 65: p. 326-334.

29. Chen, C., and Huang, K., *Effects of Background Lighting Color and Movement Distance on Reaching Times Among Participants With Low Vision, Myopia, and Normal Vision.* Perceptual and Motor Skills, 2016. 122(2): p. 518-532.

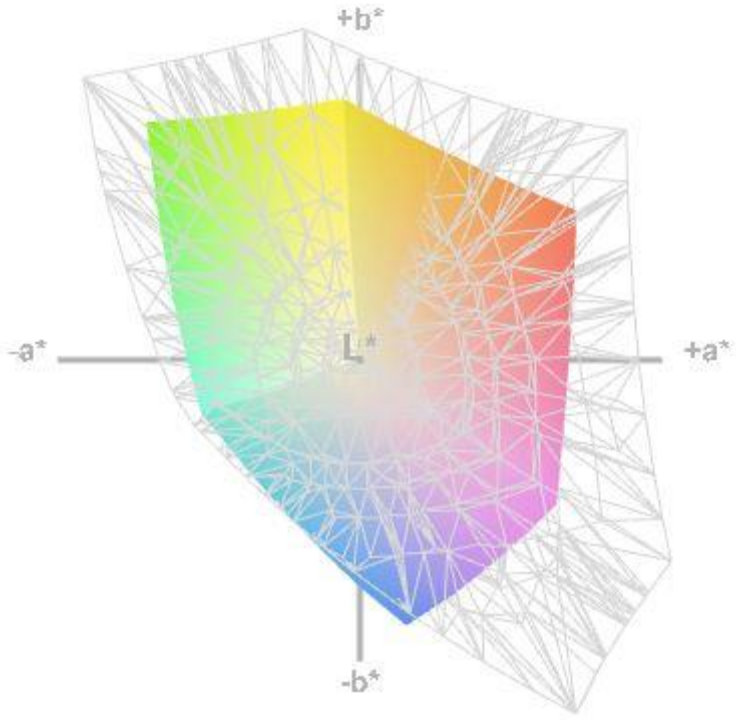
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

ขอบเขต colour gamut ของจอแสดงผลเมื่อเทียบกับระบบสี sRGB



ภาพที่ ก.1 ขอบเขต colour gamut ของจอแสดงผลเมื่อเทียบกับระบบสี sRGB

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอภิมุข ซุยยะกิจ เกิดเมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม พ.ศ. 2534 ที่จังหวัดราชบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสายธรรมจันทร์

พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2557 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตร จากโรงเรียนการไปรษณีย์ (คปท. 69)

พ.ศ. 2558 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์ทำงาน

- เริ่มต้นทำงานกับ บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ตั้งแต่ พ.ศ.2557 จนถึงปัจจุบัน
- ปัจจุบันปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งพนักงานไปรษณีย์ 2 บริษัท ไปรษณีย์ไทย จำกัด ณ ที่ทำการไปรษณีย์ไร่ขิง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University