ผลของอักขระสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น

นางสาวสุรนัชชา ลาภพูลธนะอนันต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
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 Graduate School.

EFFECTS OF COLOURED CHARACTERS ON MEMORY OF YOUNG ADULT

MISS SURANUTCHA LARPPHOONTHANA-ANAN

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 2011

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของอักขระสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น
โดย	นางสาวสุรนัชชา ลาภพูลธนะอนันต์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรัญ หาญสืบสาย)

……... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ พรทวี พึ่งรัศมี)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร. อุรวิศ ตั้งกิจวิวัฒน์)

สุรนัชชา ลาภพูลธนะอนันต์ : ผลของอักขระสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น. (EFFECTS OF COLOURED CHARACTERS ON MEMORY OF YOUNG ADULT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. สุจิตรา สื่อประสาร, 83 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีตัวอักษรต่อความสามารถในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นอายุระหว่าง 20-30 ปีจำนวน 30 คน โดยใช้ชุดตัวเลขและชุดคำที่มีสีต่างกัน 9 สี เรียงลำดับแบบสุ่มได้แก่ สีแดง, สีน้ำตาล, สีส้ม, สีเหลือง, สีเขียว, สีดำ, สีน้ำเงิน, สีม่วงและสีชมพู แสดงบนพื้นหลังสีขาวบนจอคอมพิวเตอร์ LCD ทำการทดลองภายใต้สภาวะแสงปกติ ให้ผู้สังเกตจำชุดตัวเลขหรือชุดคำเป็นเวลา 5 วินาที เขียนตอบชุดตัวเลขหรือชุดคำที่จำได้ลงในกระดาษคำตอบ โดยมีช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที ให้คะแนนคำตอบที่ตอบถูกและคำนวณหาค่าร้อยละความถูกต้องเพื่อบอกความสามารถในการจำตัวอักษรสีต่าง ๆ จากผล การทดลองพบว่า สีที่ต่างกันสามารถช่วยจำตัวอักษรได้ใกล้เคียงกันในผู้ใหญ่วัยต้น โดยสีที่มีค่าความอิ่มตัวสีสูงจะมีแนวโน้มช่วยจดจำตัวเลขได้ดี ขณะที่ชุดคำแสดงแนวโน้มของสีที่มีค่าความอิ่มตัวต่ำจะช่วยจำได้ดี และพบแนวโน้มผลของสีในการช่วยจำที่ช่วงความจำระยะสั้น (ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที) โดยเฉพาะในชุดคำ นอกจากนี้ยังพบว่า มีปัจจัยอื่นอาทิเช่น ช่วงเวลาการจำ, ความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ และจำนวนตำแหน่งชุดตัวเลข ที่ส่งผลต่อความสามารถในการจำผู้ใหญ่วัยต้นกล่าวคือ เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ความสามารถในการจำชุดตัวเลขลดลงตามจำนวนตำแหน่งที่เพิ่มขึ้น ขณะที่ความสามารถในการจำชุดคำคงที่

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางภาพ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2554 .....

5272386723 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEYWORDS : MEMORY / CIELAB

SURANUTCHA LARPPHOONTHANA-ANAN : EFFECTS OF COLOURED CHARACTERS ON MEMORY OF YOUNG ADULT. ADVISOR: ASST. PROF. SUCHITRA SUEEPRASAN, Ph.D., 83 pp.

This study investigated the effects of coloured numbers and words on memory of young adult. Nine colours were selected: red, saddle brown, orange, yellow, green, black, blue, dark purple and spicy pink. A set of numbers and of words presented in the selected colour (one at a time) were displayed on an LCD monitor against a white background. In the experiment, observers were asked to memorize the numbers for 5 seconds and the words for 60 seconds. When the numbers or the words disappeared, the observers wrote down the numbers or the words they remembered on the answer sheet after delay times: 0, 20 and 300 seconds. Each observer finished both experimental sets for all nine colours and three delay times. The percentage of numbers or words recalled correctly was calculated from 30 observers. The results of this study showed that numbers presented in high chroma colours tended to increase memorisation, while words should be coloured with low chroma to promote memorisation. Moreover, the use of different coloured characters had a tendency to affect short-term memory (20 seconds of delay time) of young adult. When the delay time increased, the memorisation of numbers decreased and it decreased with the number of digits, while the memorisation of words remained quite consistant.

Department : Imaging and Printing Technology Student's Signature .....

Field of Study : Imaging Technology Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตรา สื่อประสาร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำแนะนำและความรู้ที่มีคุณค่าที่นอกเหนือจากตำราเรียน ให้คำปรึกษาและข้อคิดที่ดีในทุก ๆ เรื่อง ตลอดจนแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาและให้ความกรุณาตรวจและแก้ไขเนื้อหางานวิจัยนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อน ๆ ที่สละเวลามาช่วยทำการทดสอบความจำ เจ้าหน้าที่ธุรการที่ช่วยเหลือในด้านงานเอกสารต่าง ๆ

และขอขอบพระคุณคุณพ่อ – คุณแม่ พี่สาวและน้องชายทุกคนที่ให้โอกาสทางการศึกษาที่ดีและช่วยเป็นกำลังใจและสนับสนุนการเรียนในครั้งนี้มาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

สารบัญแผนภูมิ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

2.1 แนวคิดและทฤษฎี..... 4

2.1.1 องค์ประกอบในการรับรู้สี..... 4

2.1.1.1 แหล่งแสง..... 5

2.1.1.2 วัตถุ..... 6

2.1.1.3 ผู้สังเกต..... 8

2.1.2 ทฤษฎีการผสมสี..... 9

2.1.2.1 การผสมสีแบบบวก..... 9

2.1.2.2 การผสมสีแบบลบ..... 10

2.1.3 ระบบสีเชิงตัวเลข..... 10

2.1.3.1 CIE XYZ..... 12

2.1.3.2 CIE Yxy..... 13

2.1.3.3 CIE LAB..... 15

2.1.3.4 ความเปรียบต่างของความสว่าง (luminance contrast)..... 17

2.1.4 คำเรียกสีพื้นฐาน..... 18

หน้า

2.1.5 สีในเชิงจิตวิทยา..... 18
2.1.6 ความจำ..... 19
2.1.6.1 กระบวนการจำ..... 19
2.1.6.2 ประเภทของความจำ..... 19
2.1.6.3 ทฤษฎีการลืม..... 20
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 21
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 23
3.1 วัสดุและอุปกรณ์..... 23
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 24
3.2.1 การเตรียมการทดลอง..... 25
3.2.1.1 การเตรียมห้องทดสอบและหน้าจอทดสอบ..... 26
3.2.1.2 ผู้สังเกต..... 26
3.2.1.3 สีสันที่ใช้ในการทดสอบ..... 27
3.2.1.3.1 สีพื้นหลัง..... 27
3.2.1.3.2 สีตัวอักษร..... 28
3.2.1.4 ช่วงเวลาการจำ..... 30
3.2.1.5 รูปแบบและขนาดตัวอักษร..... 30
3.2.1.6 ชุดตัวเลข..... 30
3.2.1.7 ชุดคำ..... 31
3.2.1.8 ชุด Training..... 31
3.2.1.9 กระดาษคำตอบ..... 31
3.2.2 การทดสอบความจำ..... 32
3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 34
บทที่ 4 ผลการทดลอง และอภิปรายผล..... 35
4.1 การเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษร..... 35
4.1.1 ผลรวมของสีตัวอักษรต่อความจำ..... 35
4.1.2 ผลของสีตัวอักษรเปรียบเทียบตามช่วงเวลาการจำ..... 37
4.1.3 ผลของสีตัวอักษรในชุดตัวเลขตามช่วงเวลาการจำ..... 40

หน้า

4.1.4 ผลของสีตัวอักษรในชุดคำตามช่วงเวลาการจำ..... 43
4.2 การเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำ..... 47
4.2.1 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ..... 47
4.2.2 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำชุดตัวเลข..... 49
4.2.3 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำชุดคำ..... 50
4.3 การเปรียบเทียบผลระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ..... 53
4.3.1 ผลรวมความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ..... 53
4.3.2 ผลของสีตัวอักษรระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ..... 54
4.4 การเปรียบเทียบผลของตำแหน่งชุดตัวเลข..... 56
4.4.1 ผลรวมของตำแหน่งชุดตัวเลข..... 56
4.4.2 ผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลข..... 59
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ..... 62
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 62
5.1.1 ผลของสีตัวอักษร..... 62
5.1.2 ผลของช่วงเวลาการจำ..... 62
5.1.3 ผลของชุดทดสอบ..... 63
5.1.4 ผลของตำแหน่งของชุดตัวเลข..... 63
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 64
รายการอ้างอิง..... 65
ภาคผนวก..... 68
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 83

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นของแสง..... 5
ตารางที่ 2.2 แหล่งแสงมาตรฐานซีไออีและอุณหภูมิสี..... 11
ตารางที่ 2.3 ความรู้สึกและสัญลักษณ์ของสีต่าง ๆ..... 18
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลอายุของผู้สังเกต..... 26
ตารางที่ 3.2 ค่าสีพื้นหลังและสีสันของตัวอักษร..... 28
ตารางที่ 3.3 หมวดคำต่าง ๆ ที่ใช้สร้างชุดทดสอบความจำด้วยชุดคำ..... 31
ตารางที่ 3.4 การแบ่งการทดสอบความจำ..... 33
ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีกับความจำ..... 36
ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีกับช่วงเวลาการจำ (r-value)..... 39
ตารางที่ 4.3 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรในแต่ละช่วงเวลาการจำ..... 39
ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในแต่ละช่วงเวลาการจำของชุดตัวเลข (r-value)... 43
ตารางที่ 4.5 ค่าสถิติทดสอบผลของสีของชุดตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ..... 43
ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในแต่ละช่วงเวลาการจำของชุดคำ (r-value)..... 44
ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติทดสอบผลของสีของชุดคำในแต่ละช่วงเวลาการจำ..... 46
ตารางที่ 4.8 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ..... 48
ตารางที่ 4.9 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำของชุดตัวเลข..... 50
ตารางที่ 4.10 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำของชุดคำ..... 52
ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติทดสอบของความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำแต่ละ
ช่วงเวลาการจำ..... 54
ตารางที่ 4.12 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรในแต่ละสีระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำค่า. 55
ตารางที่ 4.13 ค่าสถิติทดสอบของผลของตำแหน่งชุดตัวเลขแต่ละช่วงเวลาการจำ..... 58
ตารางที่ 4.14 ค่าทดสอบแบบรายคู่ของผลรวมของตำแหน่งตัวเลขในแต่ละช่วงเวลา
การจำ..... 58
ตารางที่ 4.15 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลข..... 61

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบการมองเห็นสี..... 4
ภาพที่ 2.2 กราฟการกระจายพลังงานแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น (SPD)..... 6
ภาพที่ 2.3 การสะท้อนของแสง..... 7
ภาพที่ 2.4 การสะท้อนของแสงที่วัตถุมีผิวต่างกัน (ก) วัตถุผิวเรียบ (ข) วัตถุผิวขรุขระ..... 7
ภาพที่ 2.5 การผสมสีแบบบวก..... 9
ภาพที่ 2.6 การผสมสีแบบลบ..... 10
ภาพที่ 2.7 ผู้สังเกตมาตรฐานซีไออีที่มุมมอง 2 องศาและ 10 องศา..... 12
ภาพที่ 2.8 แผนภูมิโครมาติก xy..... 14
ภาพที่ 2.9 ปริภูมิสี CIELAB..... 15
ภาพที่ 2.10 โค้งการลืมจากทฤษฎีการลืม..... 21
ภาพที่ 3.1 หน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดสอบ (ก) ชุดตัวเลข (ข) ชุดคำ..... 26
ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดสีด้วยเครื่องสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์..... 27
ภาพที่ 3.3 หมายเลขตำแหน่งการวัดค่าสีพื้นหลัง 5 ตำแหน่งบนจอคอมพิวเตอร์..... 28
ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งแถบสีบนจอคอมพิวเตอร์บนพื้นหลังสีขาวขณะวัดค่าสี
(ก) ชุดตัวเลขและ (ข) ชุดคำ..... 29
ภาพที่ 3.5 ชุดทดสอบที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดลองประกอบด้วย
(1) ข้อความ “พร้อมแล้วกด↓”, (2) ชุดตัวเลข, (3) เว้นระยะเวลาตาม
ช่วงเวลาการจำ 20 และ 300 วินาที และ (4) ข้อความ “เขียนตอบภายใน
20 วินาที”..... 32
ภาพที่ 4.1 ผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรต่อความจำ..... 36
ภาพที่ 4.2 ผลของร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรแต่ละสีที่ช่วงเวลาการจำ
(ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที..... 38
ภาพที่ 4.3 ผลของสีตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ (ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ
(ค) 300 วินาที..... 42
ภาพที่ 4.4 แสดงผลร้อยละความถูกต้องในแต่ละช่วงเวลาการจำของแต่ละสีชุดคำ
(ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที..... 45

หน้า

ภาพที่ 4.5 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ..... 47
ภาพที่ 4.6 ผลของช่วงเวลาการจำของชุดตัวเลข..... 49
ภาพที่ 4.7 ผลของช่วงเวลาการจำของชุดคำ..... 51
ภาพที่ 4.8 ผลรวมความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ..... 53
ภาพที่ 4.9 ผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรเปรียบเทียบระหว่างชุดตัวเลข
และชุดคำ..... 55
ภาพที่ 4.10 ผลของตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ต่างกันที่ช่วงเวลาการจำ (ก) 0 วินาที
(ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที..... 57
ภาพที่ 4.11 ผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลขที่ต่างกัน (ก) 5 ตำแหน่ง
(ข) 7 ตำแหน่ง และ (ค) 9 ตำแหน่ง..... 60

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง..... 25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สีเป็นลักษณะทางกายภาพที่พบเห็นได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไปเช่น สีเขียวของใบไม้, สีฟ้าของท้องฟ้า การรับรู้สีของมนุษย์เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบ 3 อย่างคือ วัตถุที่มีสมบัติทางแสง แหล่งแสง ซึ่งให้พลังงานแสงในช่วงที่มนุษย์สามารถมองเห็นสีได้คือ แสงในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 380-740 นาโนเมตร [1] และผู้สังเกต ซึ่งมีเซลล์รับแสงที่ไวต่อแสงแต่ละความยาวคลื่นไม่เท่ากัน ผลจากปฏิสัมพันธ์เชิงแสงระหว่างแหล่งแสงกับวัตถุที่เรียกว่า สัญญาณสี เมื่อสัญญาณสีเข้าสู่ตาจะกระตุ้นให้เซลล์รับแสงเกิดการตอบสนองและส่งสัญญาณประสาทไปยังสมอง ทำให้เกิดการรับรู้สีขึ้น สีที่แตกต่างกันกระตุ้นให้เกิดการตอบสนองที่แตกต่างกัน การตอบสนองที่ต่างกันนี้ไม่ได้มีผลแต่เพียงด้านการมองเห็นเท่านั้น แต่ยังส่งผลต่อด้านอารมณ์และความรู้สึก เช่น สีแดงทำให้รู้สึกตื่นเต้นและตื่นตัว สีเขียวทำให้รู้สึกปลอดภัย ซึ่งสีต่าง ๆ ล้วนสัมพันธ์กับมนุษย์ในเชิงจิตวิทยาทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการตอบสนองที่ต่างกันนั้นขึ้นกับประสบการณ์ของแต่ละคน

จากการศึกษาของ Bodrogi และ Tarczali [2] ให้ผู้สังเกตจดจำสีท้องฟ้าต้นฉบับแล้วเลือกแผ่นสีให้ตรงกับสีต้นฉบับพบว่า ผู้สังเกตเลือกแผ่นสีที่สดกว่าสีท้องฟ้าของต้นฉบับ นั่นคือผู้สังเกตมีแนวโน้มจดจำสีของวัตถุจากประสบการณ์หรือความคาดหวังมากกว่าการจดจำสีที่มองเห็นจริง ณ ขณะนั้น นอกจากนี้การตอบสนองที่ต่างกันยังขึ้นกับความคุ้นเคยหรือการได้พบเจอสิ่งนั้นเป็นประจำด้วย จากงานวิจัยของ Bodrogi และคณะ [3] เรื่องการจดจำสีของวัตถุที่คุ้นเคยที่อยู่ในความทรงจำระยะยาว โดยเปรียบเทียบผลจากผู้สังเกต 2 กลุ่ม คือ ชาวเกาหลีและชาวฮังการี ให้ผู้สังเกตเลือกแผ่นสีตามชื่อที่กำหนด เช่น กล้วยสุก พบว่า ผู้สังเกตทั้ง 2 กลุ่มสามารถเลือกสีกล้วยสุกได้โดยเทียบจากสีที่อยู่ในความทรงจำ แต่ผู้สังเกตชาวเกาหลีเลือกแผ่นสีที่สว่างกว่าผู้สังเกตชาวฮังการี จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า มนุษย์ไม่เพียงแต่จดจำรูปร่างลักษณะเพื่อจำแนกวัตถุต่าง ๆ เท่านั้น แต่ยังจดจำสีของวัตถุนั้นด้วย

Carpinell และคณะ [4] ทดสอบการจดจำสี 5 สีได้แก่ สีม่วง, สีส้ม, สีชมพู, สีเขียวอมน้ำเงินและสีเขียวอมเหลือง โดยให้ผู้สังเกตจดจำแผ่นสีตัวอย่างแล้วจับคู่สีพบว่า ผู้สังเกตมีแนวโน้มในการจดจำสีบางสีได้ดีกว่าอีกสีหนึ่ง ซึ่งอาจเกิดจากความชอบหรือความคุ้นเคยต่อสีนั้นเช่น

เด็กผู้หญิงอายุ 9-11 ปีสามารถจดจำสีส้มได้ดีที่สุด ขณะที่ผู้หญิงอายุ 20-27 ปีสามารถจดจำสีม่วงได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่ศึกษาเรื่องสีกับความจำสำหรับข้อความต่าง ๆ ของ Fowler และ Barker [5] โดยแบ่งผู้สังเกตเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ใช้ปากกาสีเหลืองเน้นคำและกลุ่มที่ไม่ใช้ปากกาสีเหลืองเน้นคำเปรียบเทียบกัน ให้ผู้สังเกตทั้ง 2 กลุ่มอ่านข้อความโดยผู้สังเกตกลุ่มที่ใช้ปากกาสีเหลืองเน้นคำสามารถเน้นคำที่สำคัญได้ หลังจากเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ให้ผู้สังเกตตอบคำถามพบว่า กลุ่มผู้สังเกตที่ใช้ปากกาสีเหลืองเน้นคำสามารถตอบคำถามได้มากกว่าอีกกลุ่มที่ไม่ได้ใช้ปากกาเน้นคำ แสดงให้เห็นว่าการใช้ปากกาสีเน้นคำช่วยให้ผู้อ่านจดจำข้อความได้มากขึ้น จากงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า สีเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยจดจำสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุที่คุ้นเคยหรือข้อความ ซึ่งสีที่แตกต่างกันอาจมีส่วนช่วยเพิ่มความสามารถในการจดจำได้ต่างกัน เนื่องจากการกระตุ้นด้านอารมณ์ความรู้สึกที่แตกต่างกัน หรือจากความคุ้นเคยที่มีต่อสีนั้นที่แตกต่างกัน

งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของสีสันที่ต่างกันของชุดตัวเลขและชุดคำต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้นอายุระหว่าง 20-30 ปี ซึ่งสีตัวอักษรที่ใช้ทดสอบมี 9 สีคือ สีแดง, สีน้ำตาล, สีส้ม, สีเหลือง, สีเขียว, สีดำ, สีน้ำเงิน, สีม่วงและสีชมพู ทดสอบความจำโดยให้ผู้สังเกตจำชุดตัวเลขหรือชุดคำแล้วเขียนตอบลงในกระดาษคำตอบโดยมีช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที ให้คะแนนคำตอบที่ตอบถูกแล้วคำนวณร้อยละความถูกต้องและร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และ luminance contrast กับค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย และเนื่องจากงานวิจัยนี้เป็นการทดสอบความจำซึ่งอาจมีปัจจัยอื่นที่มีผล จึงได้เปรียบเทียบเพิ่มเติมในเรื่องผลของช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที, ตัวอย่างทดสอบและจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ต่างกัน

ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ในการออกแบบสีตัวอักษรที่ใช้ในการพิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ทั่วไปที่พิมพ์บนพื้นหลังสีขาวเช่น การพิมพ์เอกสารประกอบการเรียนการสอน การพิมพ์นิตยสารหรือวารสารต่าง ๆ หรือการออกแบบสีของข้อความบนเว็บ ซึ่งอาจกระตุ้นให้ผู้อ่านจดจำข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการจดจำข้อความได้นั้นขึ้นกับเนื้อหาข้อมูล ช่วงเวลาการจำและความมากน้อยของข้อมูลที่ต้องจดจำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เปรียบเทียบผลของสีสันของตัวเลขและข้อความที่มีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาผลของสีสันในการช่วยจำชุดตัวเลขและชุดคำในกลุ่มผู้ใหญ่วัยต้นช่วงอายุ 20-30 ปี โดยเลือกสีสัน 9 สีจากคำเรียกสีพื้นฐาน ทดสอบที่ช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงคือ ตอบทันที ช่วงความจำระยะสั้นและช่วงความจำระยะยาว ชุดทดสอบแสดงบนพื้นหลังสีขาวบนจอคอมพิวเตอร์ ทดสอบภายใต้สภาวะแสงไฟฟลูออเรสเซนต์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ข้อมูลผลของสีสันที่ใช้แสดงตัวเลขหรือข้อความที่มีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น

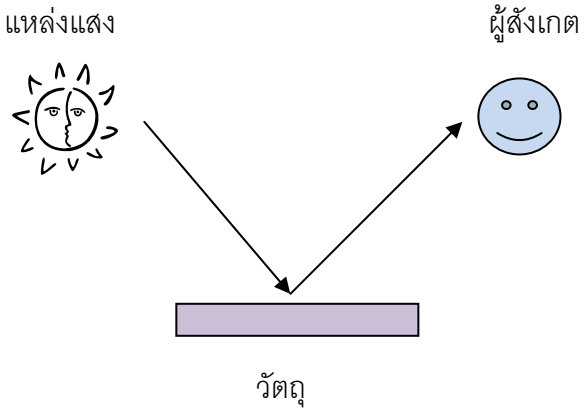
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและทฤษฎี

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น ดังนั้นทฤษฎีสำคัญที่จำเป็นต้องทราบเพื่อให้เกิดความเข้าใจในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย เรื่องสี เพื่อให้ทราบองค์ประกอบพื้นฐานในการรับรู้สี คำเรียกสีพื้นฐานซึ่งเป็นคำที่ได้จากการแยกแยะสีของมนุษย์ การอธิบายสีด้วยระบบตัวเลขและผลของสีต่ออารมณ์ ความรู้สึก นอกจากนี้มีทฤษฎีเรื่องความจำเพื่อให้ทราบกลไกของกระบวนการจำ การแบ่งประเภทของความจำ และสิ่งที่อาจเกิดขึ้นได้กับความจำเมื่อเวลาผ่านไป

2.1.1 องค์ประกอบในการรับรู้สี

สีเป็นลักษณะการรับรู้ทางการมองเห็น ซึ่งการมองเห็นสีเกิดจากแสงจากแหล่งแสงส่องลงบนวัตถุซึ่งมีสมบัติในการดูดกลืนแสงบางช่วงความยาวคลื่นไว้ แสงที่ไม่ถูกดูดกลืนจะสะท้อนเข้าสู่ตาของผู้สังเกตทำให้สามารถมองเห็นสีของวัตถุนั้นได้ (ภาพที่ 2.1) ดังนั้น องค์ประกอบหรือปัจจัยพื้นฐานที่ทำให้เกิดการรับรู้สีมี 3 ประการ [6] คือ แหล่งแสง วัตถุและผู้สังเกต



ภาพที่ 2.1 องค์ประกอบการมองเห็นสี

2.1.1.1 แหล่งแสง

แหล่งแสงสำหรับการมองเห็นมาจาก 2 แหล่งคือ แหล่งแสงตามธรรมชาติ ได้แก่ แสงจากดวงอาทิตย์ และแหล่งแสงที่ประดิษฐ์ขึ้นเช่น หลอดไฟทังสเตน หลอดฟลูออเรสเซนต์ สมบัติของแสงที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นสีได้แก่

1. ความยาวคลื่นแสงและสีของแสง

แสงขาวที่มองเห็นนั้นประกอบด้วยแสงที่มีช่วงความยาวคลื่นต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.1 [1]

ตารางที่ 2.1 ช่วงความยาวคลื่นของแสง

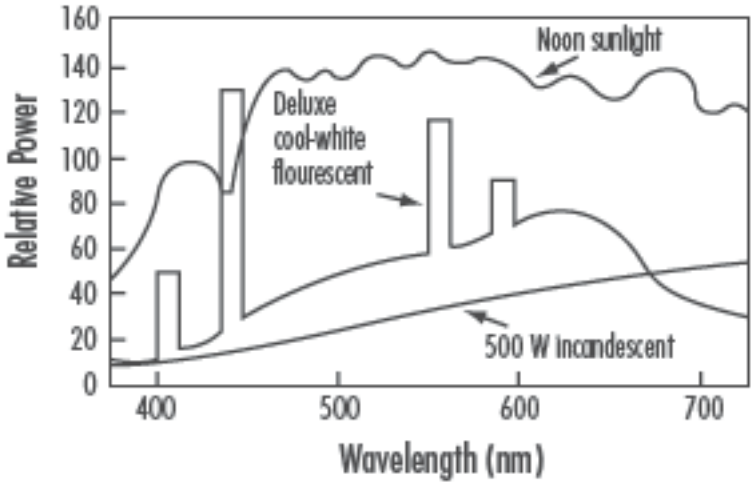
ขอบเขตสเปกตรัม (Spectral region)	ช่วงความยาวคลื่น (นาโนเมตร)	ขอบเขตย่อยสเปกตรัม (Subregion)
แสงอัตราไวโอเลต (UV)	100-280	UV-C
	280-315	UV-B
	315-380	UV-A
แสงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้	380-430	ม่วง
	430-500	น้ำเงิน
	500-520	ไซแอน
	520-565	เขียว
	565-580	เหลือง
	580-625	ส้ม
	625-740	แดง
แสงอินฟาเรด (IR)	740-1400	Near IR
	1400-10000	Far IR

2. อุณหภูมิสี (colour temperature)

เป็นวิธีการบอกลักษณะสีของแสงที่เข้าใจง่ายและเป็นที่นิยม มีหน่วยเป็นเคลวิน โดยอ้างอิงจากสีของวัตถุดำ (black body) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เมื่อให้ความร้อนแก่วัตถุดำจะเกิดแสงสว่างขึ้น สีของแสงจากวัตถุดำเปลี่ยนตามอุณหภูมิของวัตถุดำที่สูงขึ้นโดยจะเปลี่ยนจากแสงสีแดงเป็นสีส้ม เหลือง ขาว น้ำเงิน ตามลำดับ สีของแสงจากวัตถุดำอาจเปรียบเทียบกับสีของแสงจากแหล่งแสงธรรมชาติหรือแหล่งแสงที่ประดิษฐ์ขึ้น เช่น สีจากแสงเทียนมีสีเหลืองเหมือนกับสีของแสงจากวัตถุดำเมื่อมีอุณหภูมิ 1200 เคลวิน

3. การกระจายพลังงานของสเปกตรัม (Spectral Power Distribution, SPD)

เป็นการอธิบายสมบัติของแสงวิธีหนึ่งที่ละเอียดขึ้น โดยวัดพลังงานแสงของแต่ละความยาวคลื่นแล้วแสดงด้วยรูป Spectral Power Distribution Curve ดังภาพที่ 2.2



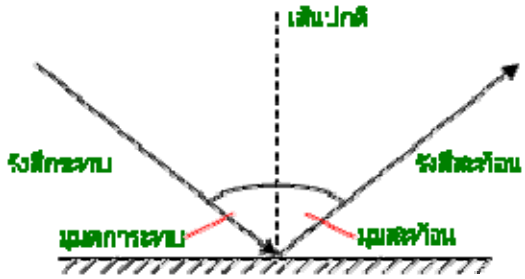
ภาพที่ 2.2 กราฟการกระจายพลังงานแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น (SPD) [7]

2.1.1.2 วัตถุ

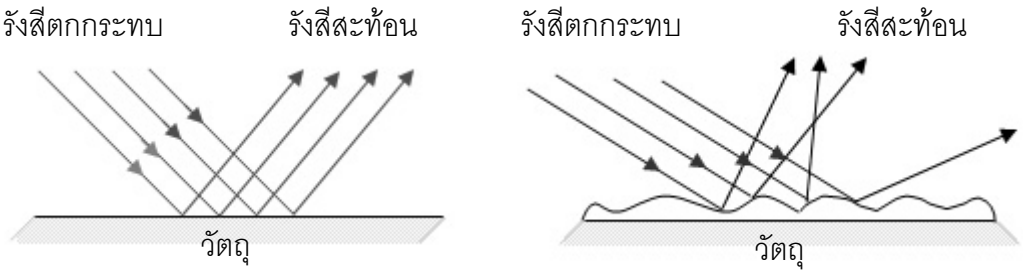
วัตถุแต่ละชนิดมีสมบัติทางแสงต่างกัน สมบัติทางแสงของวัตถุ [8] ได้แก่ การสะท้อนแสง การดูดกลืนแสงและการกระเจิงแสง

1. การสะท้อนแสง (reflection)

เมื่อแสงจากแหล่งแสงตกกระทบวัตถุที่มีสีเรียกว่า รังสีตกกระทบ จะเกิดการสะท้อนของแสงเรียกว่า รังสีสะท้อน ทำให้มองเห็นสีของวัตถุแตกต่างกัน กฎการสะท้อนของแสงที่ผิววัตถุใด ๆ คือ รังสีตกกระทบ รังสีสะท้อนและเส้นแนวตั้งฉากกับพื้นผิว (เส้นปกติ) อยู่ในระนาบเดียวกันการสะท้อนแสง และมุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ณ ตำแหน่งที่แสงตกกระทบดังภาพที่ 2.3 การสะท้อนแสงขึ้นกับพื้นผิวของวัตถุ เช่น ถ้าวัตถุมีผิวเรียบและมีความเงา การสะท้อนแสงของรังสีสะท้อนจะเป็นระเบียบ และถ้าวัตถุนั้นมีพื้นผิวขรุขระการสะท้อนแสงของรังสีสะท้อนก็จะไม่เป็นระเบียบ สะท้อนไปหลายทิศทางดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.3 การสะท้อนของแสง [9]



ภาพที่ 2.4 การสะท้อนของแสงที่วัตถุมีผิวต่างกัน [9] (ก) วัตถุผิวเรียบ (ข) วัตถุผิวขรุขระ

2. การดูดกลืนแสง (absorption)

วัตถุแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อแสงที่ความยาวคลื่นต่างกัน ซึ่งทำให้เราเห็นวัตถุมีสีต่าง ๆ เช่น เรามองเห็นวัตถุมีสีน้ำเงินได้เนื่องจากวัตถุดูดกลืนแสงสีแดงและสีเขียวไว้และให้แสงสีน้ำเงินสะท้อนเข้าสู่ตา

3. การกระเจิงแสง (scatterring)

เป็นสมบัติทางแสงของวัตถุหรืออนุภาคที่มีการสะท้อนแสงที่ไม่เป็นระเบียบ การกระเจิงแสงขึ้นกับความยาวคลื่นแสง เช่น ปรากฏการณ์ที่แสงขาวจากดวงอาทิตย์ตกกระทบกับอนุภาคหรือโมเลกุลของอากาศ แสงจะกระจัดกระจายเรียกว่า การกระเจิงของแสง แสงที่มีความยาวคลื่นสั้นเมื่อกระทบกับโมเลกุลของอากาศจะกระเจิงได้ดีกว่าแสงที่มีความยาวคลื่นยาว แสงที่กระเจิงได้ดีที่สุดคือ แสงสีม่วงซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นที่สุด แต่สำหรับสีของท้องฟ้า คนเราจะมองเห็นเป็นสีน้ำเงินเนื่องจากประสาทตาของคนเราสามารถรับแสงสีน้ำเงินได้ดีกว่าแสงสีม่วง นอกจากการกระเจิงแสงจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นแสงแล้ว ยังขึ้นอยู่กับขนาดอนุภาคของวัตถุด้วยคือ ยิ่งขนาดอนุภาคใหญ่จะยิ่งกระเจิงแสงได้มาก

2.1.1.3 ผู้สังเกต

ในดวงตาของมนุษย์มีเซลล์รับแสงอยู่บนจอตาหรือเรียกว่า เรตินา (retina) เรตินามีความหนาประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ตรงกลางเรตินามีความบางกว่าบริเวณอื่นเรียกว่า โฟเวีย (fovea) เป็นส่วนที่เห็นสีได้ดีที่สุด เรตินามีปฏิกิริยาแม้แต่กับแสงปริมาณเพียงเล็กน้อยและสามารถแยกแยะรายละเอียดของความสว่างและสีได้ เรตินาประกอบด้วยเซลล์รับแสง 2 ชนิดที่มีรูปร่างต่างกันคือ เซลล์รูปแท่ง (rod cell) และเซลล์รูปกรวย (cone cell) เซลล์รูปแท่งรับรู้ความแตกต่างความเข้มของแสงเป็นค่าความสว่างและความมืดของสีเท่านั้น ทำหน้าที่เมื่อมีแสงน้อย ดังนั้นเซลล์รูปแท่งจะไวต่อแสงมากกว่าเซลล์รูปกรวยซึ่งเป็นเซลล์อีกชนิดหนึ่งจะทำหน้าที่เมื่อมีแสงมาก เซลล์รูปกรวยแบ่งเป็น 3 ชนิดตามความไวต่อคลื่นแสงคือ เซลล์ที่ไวต่อแสงช่วงความยาวคลื่นสั้น กลางและยาว หรือบางครั้งเรียกเซลล์เหล่านี้ว่า เซลล์ที่ไวต่อแสงสีน้ำเงิน เขียว และแดง ตามลำดับ ดังนั้น เซลล์รูปกรวยจึงเป็นเซลล์ที่มีความสำคัญในการมองเห็นสี [8]

2.1.2 ทฤษฎีการผสมสี (colour mixing theory)

สีต่าง ๆ ที่มองเห็นได้อาจเกิดจากการผสมกันของสีเพียงไม่กี่สี ซึ่งมีทฤษฎีที่อธิบายการผสมกันของแม่สีที่ทำให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ เรียกว่า ทฤษฎีการผสมสี แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก ๆ คือ การผสมสีแบบบวก และการผสมสีแบบลบ [1] ดังนี้

2.1.2.1 การผสมสีแบบบวก (additive colour mixing)

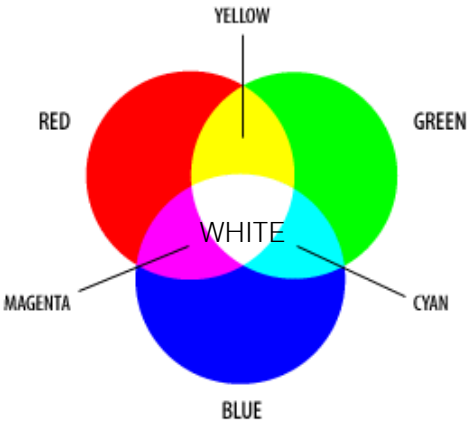
เป็นการผสมสีของแสงที่เกิดจากแม่สีของแสง 3 สีคือ แสงสีน้ำเงิน (blue) แสงสีเขียว (green) และแสงสีแดง (red) บางครั้งเรียกแสงทั้งสามสีนี้ว่า แม่สีบวก แม่สีทั้งสามสามารถผสมให้เกิดแสงสีอื่นได้โดยฉายแสงที่เป็นแม่สีลงบนพื้นขาว การผสมสีของแสงแบบบวกนี้ใช้ในการเกิดสีบนจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ ภาพที่ 2.5 แสดงการผสมสีแบบบวก ซึ่งการผสมกันของแม่สีแต่ละคู่จะได้แสงสีต่าง ๆ ดังนี้

แสงสีแดง + แสงสีเขียว จะได้แสงสีเหลือง (yellow)

แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงิน จะได้แสงสีไซแอน (cyan)

แสงสีน้ำเงิน + แสงสีแดง จะได้แสงสีม่วงแดง (magenta)

แสงสีแดง + แสงสีเขียว + แสงสีน้ำเงินจะได้แสงสีขาว (white)



ภาพที่ 2.5 การผสมสีแบบบวก [10]

2.1.2.2 การผสมสีแบบลบ (subtractive colour mixing)

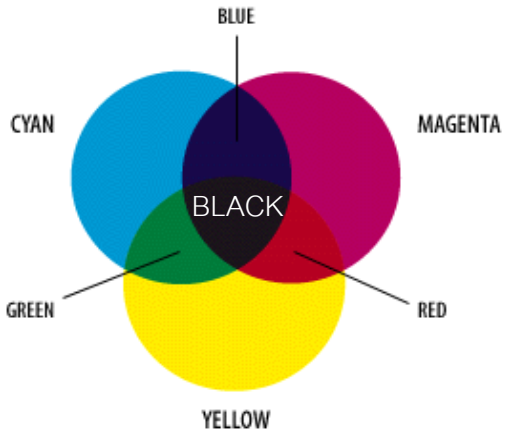
อาศัยหลักการที่แสงสีขาวตกกระทบวัตถุสีต่าง ๆ คลื่นแสงบางส่วนจะถูกดูดกลืนไว้และสะท้อนเพียงบางสีออกมาทำให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ การผสมสีแบบลบเกิดจากแม่สี 3 สีคือ สีเหลือง สีม่วงแดงและสีไซแอน การผสมสีแบบลบนี้ใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับกราฟิก เช่น การเขียนภาพ งานพิมพ์ต่าง ๆ ภาพที่ 2.6 แสดงการผสมสีแบบลบ ซึ่งการผสมกันของแม่สีแต่ละคู่จะได้สีต่าง ๆ ดังนี้

สีเหลือง + สีม่วงแดง จะได้สีแดง

สีเหลือง + สีน้ำเงินเขียว จะได้สีเขียว

สีน้ำเงินเขียว + สีม่วงแดง จะได้สีน้ำเงิน

สีเหลือง + สีม่วงแดง + สีน้ำเงินเขียว จะได้แสงสีดำ



ภาพที่ 2.6 การผสมสีแบบลบ [10]

2.1.3 ระบบสีเชิงตัวเลข

องค์กรระหว่างประเทศ Commission International De'Eclairage (CIE) เป็นองค์กรที่เกี่ยวข้องกับเรื่องสีและแสง พัฒนาระบบสีเชิงตัวเลขขึ้นเพื่อใช้อธิบายเรื่องสี โดยแสดงค่าสีเป็นตัวเลขเพื่อให้มนุษย์สามารถสื่อสารและเข้าใจง่ายขึ้น [8]

ซีไออีได้พัฒนาระบบการวัดสีซึ่งเป็นระบบที่ไม่ขึ้นกับการมองเห็นของแต่ละคน เนื่องจากการประเมินสีด้วยคนอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความคิดและประสบการณ์

ของแต่ละคนที่ต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถระบุค่าสีได้จึงวัดค่าสีออกมาเป็นตัวเลขโดยอาศัยองค์ประกอบการรับรู้สี 3 อย่างดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 2.1.1 ซึ่งแต่ละองค์ประกอบซีไออีได้กำหนดค่ามาตรฐานหรือวิธีการวัดค่า เพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการคำนวณค่าสีต่อไป

1. แหล่งแสงตามมาตรฐานซีไออี (CIE Standard Illuminants)

แหล่งแสงที่ต่างกันมีผลต่อการมองเห็นสี ซีไออีได้กำหนดมาตรฐานของแหล่งแสงโดยระบุค่าการกระจายพลังงานในแต่ละความยาวคลื่น (SPD) ของแสงและค่าอุณหภูมิสีของแสง (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 แหล่งแสงมาตรฐานซีไออีและอุณหภูมิสี

แหล่งแสงตามมาตรฐานซีไออี	อุณหภูมิสี (เคลวิน)
A	2856
B	4874
C	6774
D_{50}	5000
D_{55}	5500
D_{65}	6500
D_{75}	7500

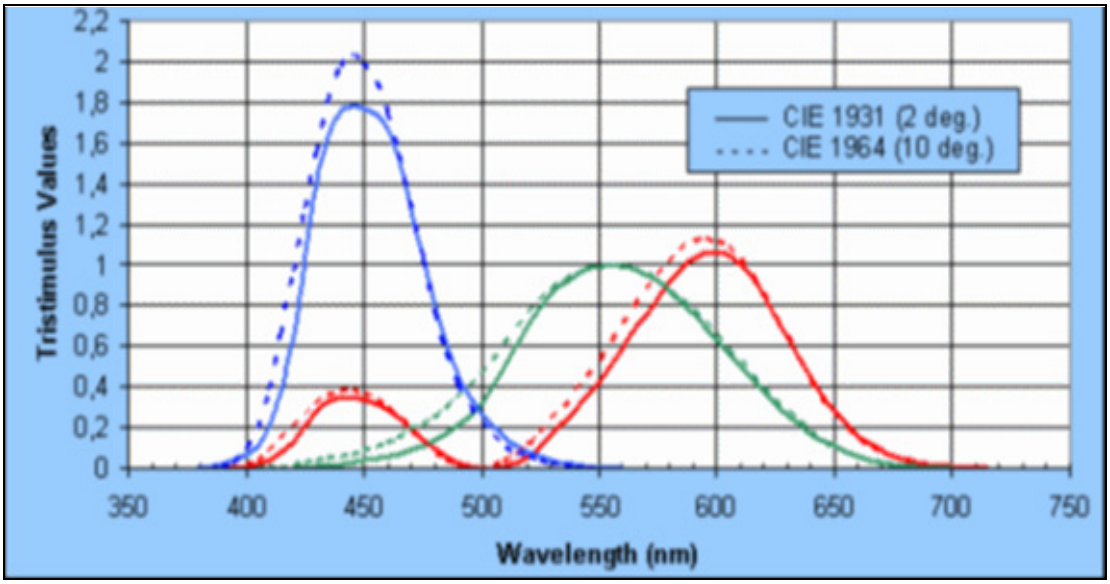
2. วัตถุมีสี

สมบัติเชิงแสงของวัตถุมีผลต่อการมองเห็นสี เนื่องจากสมบัติการดูดกลืนแสงบางช่วงความยาวคลื่นไว้ ทำให้แสงที่เข้าสู่ตามีความยาวคลื่นที่แตกต่างกันไปตามสมบัติเชิงแสงของวัตถุ ค่าที่แสดงสมบัติเชิงแสงของวัตถุที่ใช้ในการคำนวณค่าสี จึงเป็นค่าการสะท้อนแสงในแต่ละช่วงความยาวคลื่น (spectral reflectance)

3. ผู้สังเกตตามมาตรฐานซีไออี (CIE Standard observer)

ในปี 1931 ซีไออีกำหนดค่า Colour matching functions คือ ค่าฟังก์ชันที่แสดงการตอบสนองต่อแสงสีของเซลล์รูปกรวยของตาคน แทนด้วยสัญลักษณ์ $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$ เป็นค่าที่ได้

จากการทดลองการปรับเทียบสี (colour matching experiment) ของผู้สังเกตที่มีการมองเห็นสีปกติที่มุมการมอง 2 องศา (2º 1931 CIE Standard observer) ซึ่งค่ามุมการมองเป็นค่าที่ใช้บอกขนาดของวัตถุ ต่อมาพบว่า ถ้าขนาดของวัตถุใหญ่ขึ้นจะไม่สามารถใช้ค่า $\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$ ได้ ดังนั้นในปี 1964 ซีไออีจึงกำหนดค่า $\bar{x}_{10}$, $\bar{y}_{10}$, $\bar{z}_{10}$ ที่มุมการมอง 10 องศา (10º 1964 CIE Standard observer) เพื่อใช้กับวัตถุที่มีขนาดใหญ่กว่า 4 องศา [1] ภาพที่ 2.7 แสดงค่าฟังก์ชันการปรับเทียบสีของผู้สังเกตมาตรฐานที่มุมมอง 2 องศาและ 10 องศา



ภาพที่ 2.7 ผู้สังเกตมาตรฐานซีไออีที่มุมมอง 2 องศาและ 10 องศา [11]

2.1.3.1 CIE XYZ

ค่าไตรสติมูลัส XYZ (XYZ Tristimulus values) คือ ค่าปริมาณแสงสีของแม่สี 3 สี คือ สีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินมาผสมกันที่ปริมาณความเข้มแสงไม่เท่ากันแทนด้วยสัญลักษณ์ X, Y และ Z ตามลำดับ ค่าสี XYZ นี้คำนวณได้จาก 3 องค์ประกอบในการรับรู้สีคือ แหล่งแสง วัตถุและผู้สังเกต ในการคำนวณแหล่งแสงใช้ค่าการกระจายพลังงานของแสงในช่วง 400-700 นาโนเมตร วัตถุใช้ค่าอัตราส่วนของค่าการสะท้อนแสงของวัตถุต่อค่าการสะท้อนแสงของสีขาวอ้างอิงภายใต้การส่องสว่างเดียวกัน และผู้สังเกตใช้ค่าฟังก์ชันการปรับเทียบสีของผู้สังเกตมาตรฐาน ซึ่งขึ้นกับขนาดของวัตถุ สมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังสมการที่ (2.1) - (2.3) [1]

$$X = k\int_{400}^{700} S(\lambda)R(\lambda)\bar{x}(\lambda)d\lambda \qquad (2.1)$$

$$Y = k\int_{400}^{700} S(\lambda)R(\lambda)\bar{y}(\lambda)d\lambda \qquad (2.2)$$

$$Z = k\int_{400}^{700} S(\lambda)R(\lambda)\bar{z}(\lambda)d\lambda \qquad (2.3)$$

โดยที่

$$k = \frac{100}{\int_{400}^{700} S(\lambda)\bar{y}(\lambda)d\lambda}$$

$S(\lambda)$ คือ ค่าการกระจายพลังงานของแหล่งแสง

$R(\lambda)$ คือ ค่าการสะท้อนแสงของวัตถุ

$\bar{x}$, $\bar{y}$, $\bar{z}$ คือ Colour matching functions ที่มุมมอง 2 องศา หรือ

$\bar{x}_{10}$, $\bar{y}_{10}$, $\bar{z}_{10}$ คือ Colour matching functions ที่มุมมอง 10 องศา

$d\lambda$ คือ ช่วงความยาวคลื่น

2.1.3.2 CIE Yxy

นอกเหนือจากระบบ CIE XYZ แล้ว ซีไออีได้พัฒนาระบบ CIE Yxy ขึ้นเพื่อใช้ในการบอกสี ระบบนี้ประกอบด้วยค่า Y คือ ความสว่างของสี และ x และ y คือ ค่าพิกัดโครมาติซิตี้ (chromaticity coordinates) เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของสี ซึ่งได้จากการหาค่าอัตราส่วนของค่าไตรสติมูลัส XYZ ต่อผลรวมของค่าไตรสติมูลัส XYZ ดังสมการที่ (2.4) - (2.6) [12]

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \qquad (2.4)$$

$$y = \frac{Y}{X+Y+Z} \qquad (2.5)$$

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \qquad (2.6)$$

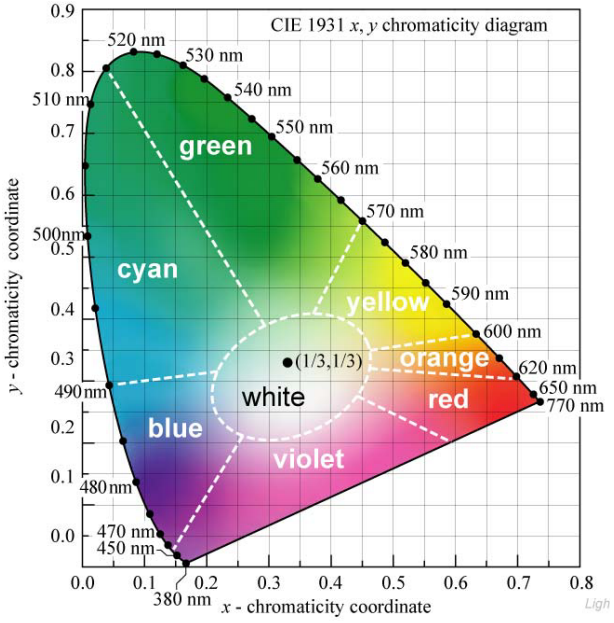
ดังนั้น $x+y+z = 1$

โดยที่

x, y และ z คือ ค่า chromaticity co-ordinates

X, Y และ Z คือ ค่าสีไตรสติมูลัส

เมื่อนำค่า x และ y ในแต่ละความยาวคลื่นของแสงสีที่ตามองเห็น (visible light) มาพล็อตรูป โดยให้แกนตั้งแทนค่า y และแกนนอนแทนค่า x เรียกแผนภูมิที่ได้ว่า แผนภูมิโครมาติก xy (chromaticity diagram)



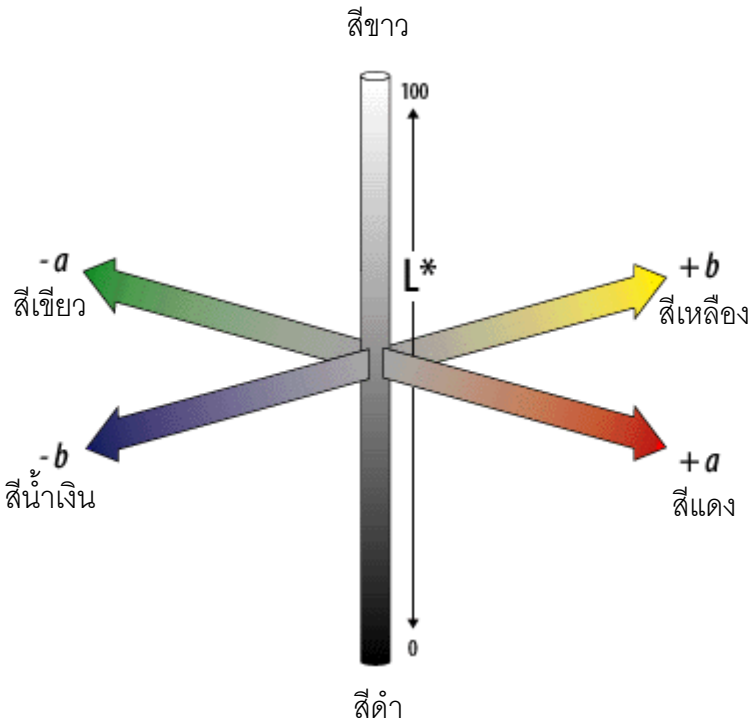
ภาพที่ 2.8 แผนภูมิโครมาติก xy [13]

จากภาพที่ 2.8 เส้นโค้งที่มีลักษณะเป็นรูปเกือกม้าเป็นผลที่ได้จากการพล็อตค่า xy ของแสงที่ตามองเห็น เรียกเส้นโค้งนี้ว่า สเปกตรัลโลคัส (spectral locus) แสดงขอบเขตสีที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ เส้นเชื่อมที่ลากจากตำแหน่งที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดไปยังความยาว

คลื่นยาวที่สุด เรียกว่า เส้นสีม่วง (purple line) ตำแหน่งของแสงสีในสเปกตรัมอยู่รอบ ๆ เส้นโค้งสเปกตรัลโลคัส และสีจริงทั้งหมดอยู่ภายใต้เส้นโค้งสเปกตรัลโลคัสและเส้นสีม่วง นอกจากนี้ Chromaticity diagram ยังบอกถึงตำแหน่งของสีขาวซึ่งอยู่ที่พิกัด (1/3,1/3) [8,14]

2.1.3.3 CIELAB

เนื่องจากมาตรส่วนของปริภูมิสี CIE Yxy ไม่สม่ำเสมอทำให้สีที่มองเห็นว่ามีความแตกต่างเท่า ๆ กันกลับให้ผลความต่างเชิงตัวเลขไม่เท่ากัน นั่นคือค่าความแตกต่างเชิงตัวเลขไม่สอดคล้องกับสิ่งที่มองเห็น ซีไออีจึงได้พัฒนาระบบสี CIELAB ขึ้น ในปี 1976 เป็นระบบสีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเนื่องจากเป็นระบบสีเชิงตัวเลขที่สัมพันธ์กับการรับรู้สีของมนุษย์และสามารถใช้แสดงความแตกต่างสีได้ ปริภูมิสี CIELAB ประกอบด้วยค่าสี 3 ค่า คือ L*, a* และ b* [15] ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ปริภูมิสี CIELAB [16]

L* คือ ค่าความสว่างของสี มีค่าอยู่ในช่วง 0-100 โดย 0 หมายถึง สีดำ และ 100 หมายถึง สีขาว

a* คือ ค่าความเป็นสีแดง-เขียว โดย +a* หมายถึง ค่าสีอยู่ในทิศของสีแดงและ –a* หมายถึง ค่าสีอยู่ในทิศของสีเขียว ยิ่งค่า a* มีระยะห่างจากจุดกำเนิดมากขึ้นจะมีความเป็นสีแดงและสีเขียวมากขึ้นตามลำดับ

b* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน โดย +b* หมายถึง ค่าสีอยู่ในทิศของสีเหลือง และ -b* หมายถึง ค่าสีอยู่ในทิศของสีน้ำเงิน ยิ่งค่า b* มีระยะห่างจากจุดกำเนิดมากขึ้นจะมีความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงินมากขึ้นตามลำดับ

ค่าสี L*, a* และ b* คำนวณได้จากสมการที่ (2.7) - (2.9) ดังนี้

$$L^* = 116\left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 16 \quad \text{สำหรับ } Y/Y_n > 0.008856 \qquad (2.7)$$

$$L^* = 903.3\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \quad \text{สำหรับ } Y/Y_n \le 0.008856$$

$$a^* = 500\left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right] \qquad (2.8)$$

$$b^* = 200\left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right] \qquad (2.9)$$

โดยที่

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3} \quad \text{สำหรับ } X/X_n > 0.008856$$

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7.787\left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \text{สำหรับ } X/X_n \le 0.008856$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} \quad \text{สำหรับ } Y/Y_n > 0.008856$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = 7.787\left(\frac{Y}{Y_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \text{สำหรับ } Y/Y_n \le 0.008856$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3} \quad \text{สำหรับ } Z/Z_n > 0.008856$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = 7.787\left(\frac{Z}{Z_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \text{สำหรับ } Z/Z_n \le 0.008856$$

โดยที่

X, Y และ Z คือ ค่าไตรสติมูลัสของตัวอย่างสี

X_n, Y_n และ Z_n คือ ค่าไตรสติมูลัสของสีขาวอ้างอิง

เมื่อคำนวณค่าสี L*, a* และ b* จากสมการที่ (2.7) - (2.9) แล้ว สามารถนำค่าสีที่ได้มาคำนวณหาค่า Hue (h_{ab}) และค่า Chroma (C^*_{ab}) ดังนี้

$$h_{ab} = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \qquad (2.10)$$

$$C^*_{ab} = \left[(a^*)^2 + (b^*)^2\right]^{1/2} \qquad (2.11)$$

โดยที่

h_{ab} คือ มุมของสีสันของตัวอย่างสี

C^*_{ab} คือ ความอิ่มตัวสีของตัวอย่างสี

a* และ b* คือ ค่าสีพิกัด a* และ b* ของตัวอย่างสี

2.1.3.4 ความเปรียบต่างของความสว่าง (luminance contrast)

ความเปรียบต่างของความสว่าง คือค่าความแตกต่างของความสว่างที่มนุษย์รับรู้ได้ระหว่าง 2 สี ซึ่งเป็นค่าที่มีความสำคัญต่อความยากง่ายในการอ่านข้อความ จากทฤษฎีของ Michelson [17, 18] เรียกความเปรียบต่างของความสว่างนี้ว่า Michelson contrast แทนด้วยสัญลักษณ์ C_M โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างผลต่างระหว่างค่าความสว่างที่มากที่สุดกับความสว่างที่น้อยที่สุดเทียบกับผลรวมระหว่างค่าความสว่างทั้งสอง (สมการที่ (2.12))

$$C_m = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}} \times 100 \qquad (2.12)$$

โดยที่

L_{max} คือ ค่าความสว่างที่มากที่สุด (cd/m^2 หรือค่า L*)

L_{min} คือ ค่าความสว่างที่น้อยที่สุด (cd/m^2 หรือค่า L*)

2.1.4 คำเรียกสีพื้นฐาน

สีที่มนุษย์รับรู้ได้มีมากมาย แต่คำเรียกสีต่าง ๆ ที่มองเห็นนั้นมีจำกัด ซึ่งคำเรียกสีมักมีบางส่วนของคำที่ซ้ำกัน Berlin and Kay [19] ได้ทำการทดลองโดยเตรียมแผ่นสีมันเซลล์ (munsell colour chips) 320 แผ่นประกอบด้วยแผ่นสี 40 สี แต่ละสีมีความสว่าง 8 ระดับ และแผ่นสีที่เป็นกลาง (neutral hue) 9 สีประกอบด้วยขาว เทาและดำ แต่ละสีมีความสว่างต่างกัน 3 ระดับ ให้ผู้สังเกตดูแผ่นสีแล้วเรียกสีของแต่ละแผ่นสี หลังจากนั้นนำคำเรียกสีที่ได้มาจัดเป็นกลุ่มตามคำหลักที่ซ้ำ ๆ กันพบว่า มีคำหลักทั้งหมด 11 คำคือ สีขาว, สีดำ, สีเทา, สีแดง, สีเขียว, สีเหลือง, สีน้ำเงิน, สีน้ำตาล, สีม่วง, สีชมพูและสีส้ม รวมเรียกคำเหล่านี้ว่า คำเรียกสีพื้นฐาน (basic colour naming)

2.1.5 สีในเชิงจิตวิทยา

ในเชิงจิตวิทยา สีเป็นสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการตอบสนอง กระบวนการตอบสนองของสิ่งเร้านี้มีอิทธิพลต่อระบบประสาทของมนุษย์มากสามารถเปลี่ยนอารมณ์ นิสัยใจคอ ตลอดจนพฤติกรรมของมนุษย์ได้ สีที่แตกต่างกันสามารถกระตุ้นอารมณ์และความรู้สึกได้ต่างกัน [20] นักจิตวิทยาได้ให้ความรู้สึกที่มีต่อสี และความหมายหรือสัญลักษณ์ของสีต่าง ๆ ไว้ดังตัวอย่างที่แสดงตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ความรู้สึกและสัญลักษณ์ของสีต่าง ๆ [21]

สี	ความรู้สึก	สัญลักษณ์ของสี
แดง	ตื่นเต้น เร้าใจ รุนแรง	แสดงถึงสิ่งที่อันตราย เตือนให้ระวัง
เขียว	สงบ เงียบ ผ่อนคลาย	แสดงถึงความปลอดภัย การเกิดใหม่
เหลือง	แจ่มใส สดใส ร่าเริง	แสดงถึงความรุ่งเรืองความมั่งคั่ง หรือการเจ็บป่วย
น้ำเงิน	สงบ สุขุม รอบคอบ เคร่งขรึม	แสดงถึงความเป็นสุภาพบุรุษ หรือหมายถึงโลก
ดำ	มืด สกปรก ลึกลับ มีพลัง	แสดงถึงความตาย ความชั่วร้าย ความโหดร้าย

2.1.6 ความจำ

ความจำ หมายถึง การเก็บรักษาข้อมูลได้ระยะเวลาหนึ่ง อาจเก็บไว้ในช่วงเวลาน้อยกว่า 1 วินาทีหรือยาวนานตลอดชีวิตก็ได้ กระบวนการจำเกิดจากการที่สมองรับรู้ข้อมูลจากสิ่งเร้าทั้งหลาย แล้วกลั่นกรองส่วนสำคัญเพื่อเก็บบันทึกในสมองส่วนที่เกี่ยวข้องและสามารถดึงเอาสิ่งที่บันทึกไว้ออกมาใช้ได้เมื่อต้องการ นั่นคือ การที่เราสามารถจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้ต้องผ่านขั้นตอนกระบวนการจำ 3 ประการ คือ การแปลงรหัส การเก็บรักษาและการกู้กลับคืน [22]

2.1.6.1 กระบวนการจำ

1. การเข้ารหัส (encoding) เป็นการแปลงสิ่งเร้าความรู้สึกให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่สามารถนำไปเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บความจำ นั่นคือ หากเราเรียนรู้หรือได้ความรู้อะไรมา ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเข้ารหัสเป็นข้อมูลเก็บไว้ในความจำ

2. การเก็บรักษา (storage) ข้อมูลต่าง ๆ ที่ผ่านขั้นตอนการเข้ารหัสแล้วจะถูกบันทึกในระบบประสาท ซึ่งข้อมูลที่เก็บไว้นี้เราสามารถนำมาใช้ในภายหลังได้

3. การกู้กลับคืนหรือการดึงกลับมาใช้ (retrieval) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการจำที่เป็นการดึงข้อมูลที่เก็บไว้ออกมาใช้ อาจครบถ้วนและ/หรือถูกต้องหรือไม่ขึ้นอยู่กับการเข้ารหัสและระยะเวลา

2.1.6.2 ประเภทของความจำ

ความจำแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ความจำโดยประสาทรับความรู้สึก (sensory memory) ความจำระยะสั้น (short-term memory) และความจำระยะยาว (long-term memory) [23]

1. ความจำโดยประสาทรับความรู้สึก (sensory memory) คือ ความจำที่เกิดขึ้นทันทีที่มีการรับรู้จากสิ่งเร้าโดยยังไม่มีการทบทวนหรือใส่ใจ ทำให้ลืมได้ง่ายภายในไม่กี่วินาที ความจำประเภทนี้ได้รับมาโดยตรงจากประสาทสัมผัสทางการมองเห็นผ่านตา การได้ยินผ่านหู การดมกลิ่นผ่านจมูก การลิ้มรสผ่านปากและการสัมผัสผ่านผิวหนัง ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บจากความจำประเภทนี้จะมีเพียงส่วนน้อยอาจเนื่องจากข้อมูลดังกล่าวมีคุณสมบัติบางอย่างที่สำคัญ

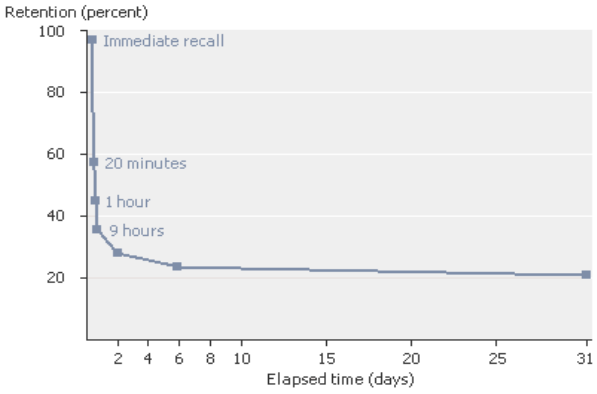
เช่น ภาพที่มีสีสันเจิดจ้า หรือการได้ยินประโยคซ้ำ ๆ จากนั้นข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปสู่ความจำระยะสั้น

2. ความจำระยะสั้น (short-term memory) คือ ข้อมูลจำนวนเล็กน้อยที่เก็บไว้ในลักษณะเตรียมพร้อมที่จะใช้ในระยะเวลาสั้น ๆ ช่วงหนึ่งประมาณ 20 วินาที ซึ่งข้อมูลที่เรากำลังใช้อยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นข้อมูลความจำระยะสั้นนั่นเอง ความจำประเภทนี้มีข้อจำกัดในเรื่องการเก็บรักษาข้อมูล คือ กรณีข้อมูลที่จำเป็นของชุดตัวอักษรหรือชุดตัวเลข คนปกติทั่วไปจะสามารถจำได้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 7 ± 2 คำ (หน่วย) โดยไม่ผิด [24] ข้อมูลความจำประเภทนี้จะถูกลืมง่ายมาก แต่ถ้าให้ความสนใจและทบทวนอย่างต่อเนื่องข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำเข้าสู่ความจำระยะยาว

3. ความจำระยะยาว (long-term memory) คือ ความจำที่เราให้ความสนใจหรือทบทวนอยู่เสมอ หรือเป็นความจำที่มีผลต่ออารมณ์บางอย่าง เช่น วันเกิดและวันตาย ความจำประเภทนี้เป็นความจำที่เปลี่ยนมาจากความจำระยะสั้น ซึ่งอาจอยู่ได้นานเป็นปีหรือตลอดชีวิต

2.1.6.3 ทฤษฎีการลืม

บางครั้งเราไม่สามารถจำบางสิ่งได้เนื่องจากช่วงเวลาที่ต่างกันหรือเวลาที่ผ่านไปนานส่งผลให้เราจำสิ่งที่เพิ่งประสบได้ดีกว่าสิ่งที่เกิดขึ้นมานานแล้ว ดังนั้น ยิ่งช่วงเวลาจากการเรียนรู้ถึงการดึงข้อมูลมาใช้ห่างกันมากเท่าใด โอกาสที่จะลืมก็ยิ่งมีมากขึ้น ซึ่งยืนยันได้จากทฤษฎีการลืมของนักจิตวิทยาชาวเยอรมันชื่อ Ebbinghaus [25] ที่ได้ศึกษาเรื่องความจำของตนเอง โดยการจำคำที่ไร้ความหมายแล้วเขียนตอบคำที่จำได้ในช่วงเวลาต่าง ๆ นำผลที่ได้มาพล็อตโค้งการลืม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาที่เปลี่ยนไปกับร้อยละของคะแนนความจำพบว่า ร้อยละของคะแนนความจำมีค่าลดลงเมื่อเวลาผ่านไปโดยจะลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 20 นาทีแรกและจะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ จนถึงจุดที่ร้อยละของคะแนนคงที่ (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 โค้งการลืมจากทฤษฎีการลืม

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Huchendorf [26] ศึกษาเรื่องสีช่วยจำซึ่งทดสอบโดยใช้สีของกระดาษที่ต่างกันคือ สีโทนอบอุ่น, สีโทนเย็นและสีขาว ในการทดลองเอกสารที่ใช้ในการทดสอบความจำบรรจุอยู่ภายในซองเอกสาร เอกสารภายในซองประกอบด้วย 1) ชุดคำศัพท์เป็นคำนาม 1-3 พยางค์จำนวน 20 คำ 2) ชุดการคูณตัวเลข 3 ตัว 3) ชุดกระดาษคำตอบ และ 4) แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ทดลอง ซึ่งเอกสารเหล่านี้พิมพ์ด้วยสีดำบนกระดาษที่มีสีแตกต่างกันแบ่งเป็น 3 กลุ่ม 5 รูปแบบ คือ 1) กระดาษสีขาว (สภาวะควบคุม) 2) กระดาษสีโทนอบอุ่นแบ่งเป็น 2 สี คือ กระดาษสีแดงและกระดาษสีเหลือง และ 3) กระดาษสีโทนเย็นแบ่งเป็น 2 สี คือ กระดาษสีเขียวและกระดาษสีน้ำเงิน ให้ผู้ทดลองจำคำศัพท์ 20 คำเป็นเวลา 1 นาที แล้วคิดคำนวณโดยทำการคูณเลข 3 ตัวเป็นเวลา 1 นาทีเพื่อป้องกันการทบทวนคำศัพท์ที่ผู้ทดลองจำไว้ หลังจากนั้นเขียนคำศัพท์ที่จำได้ลงในกระดาษคำตอบโดยมีเวลาเขียนตอบ 2 นาที สุดท้ายกรอกข้อมูลส่วนตัวของผู้ทดลองลงในแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว ผลการทดลองพบว่า เอกสารที่มีสีโทนอบอุ่นและสีโทนเย็นให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F(4,110) = 0.12$, $p > 0.05$) โดยร้อยละของคะแนนที่สามารถจำคำศัพท์ได้ถูกต้องสำหรับเอกสารสีโทนอบอุ่น สีโทนเย็นและสีขาว เท่ากับ 43.5, 45.7, และ 44.8 ตามลำดับ

Gilgour [27] ศึกษาผลของปากกาสีเน้นคำต่อการช่วยจดจำสำหรับการอ่านบทความ โดยใช้ผู้ทดลอง 3 กลุ่มเปรียบเทียบกัน คือ 1) กลุ่มที่อ่านบทความโดยไม่มีการใช้ปากกาสีเน้นคำ (กลุ่มควบคุม) 2) กลุ่มที่ใช้ปากกาสีเหลืองเน้นคำหลักในบทความ และ 3) กลุ่มที่ใช้ปากกาสีเน้นคำ ซึ่งมีการสลับสีระหว่างสีเหลืองและสีชมพูสำหรับคำหลักเดียวกันในบทความ โดยให้ผู้ทดลอง

อ่านบทความ 1 ย่อหน้าแล้วตอบคำถาม 5 ข้อแบบมีตัวเลือกลงบนกระดาษที่เตรียมไว้ พบว่า ทั้ง 3 กลุ่มให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($F(2,59) = 0.033$, $p=0.97$) ซึ่งค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของกลุ่มที่ 1, 2, และ 3 คือ 2.83, 2.89, และ 2.78 ตามลำดับ กลุ่มผู้ทดลองที่ได้ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดในการตอบคำถามได้ถูกต้อง คือ กลุ่มที่ 2 ซึ่งใช้ปากกาสีเน้นคำสีเหลืองเพียงสีเดียวในการเน้นสีในบทความ

Sleeth [28] ศึกษาเรื่องสีตัวอักษรต่อการช่วยจำคำศัพท์ โดยแบ่งผู้ทดลองเป็น 3 กลุ่มและใช้คำศัพท์ 12 คำ ซึ่งเป็นคำที่ไม่นิยมใช้สนทนาในชีวิตประจำวัน ให้ผู้ทดลองจำคำศัพท์ 12 คำ แต่ต่างสีกันแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ 1) คำศัพท์ทั้ง 12 คำเป็นสีดำทั้งหมด 2) คำศัพท์ 11 คำเป็นสีดำ และอีก 1 คำเป็นสีแดง และ 3) คำศัพท์ 6 คำเป็นสีดำ และ 6 คำเป็นสีแดงสลับกัน ผู้ทดลองกลุ่มที่ 1, 2, และ 3 จะได้ดูและจำคำศัพท์รูปแบบที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับเป็นเวลา 1 นาที ซึ่งคำศัพท์แสดงด้วยเครื่องฉายแผ่นใส หลังจากคำศัพท์หายไปเขียนคำศัพท์ทั้งหมดที่จำได้ ผลการทดลองที่ได้พบว่า ร้อยละของคะแนนจากการจำคำศัพท์ที่จำได้ถูกต้องสำหรับรูปแบบที่ 3 มีค่ามากกว่ารูปแบบที่ 1 และ 2 นั่นแสดงให้เห็นว่า การใช้คำศัพท์เป็นสีมากขึ้นจะสามารถช่วยจำคำศัพท์ได้มากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย มีดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาของ Fujitsu รุ่น LH530

- CPU รุ่น Intel Core i5-460M
- จอ LCD SuperFine HD ขนาด 14 นิ้ว
- อัตราส่วนของ Widescreen: 16:9
- ความสว่างหน้าจอสูงสุดจาก back-light LED: 220 แคนเดลาต่อตารางเมตร
- ความละเอียดสูงสุดของจอ: 1366 x 768 พิกเซล

2. เครื่องวัดสีสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์ของ Konica Minolta รุ่น CS-1000A

- เลนส์ที่ใช้: Standard lens
- Wavelength range: 380-780 นาโนเมตร
- Spectral bandwidth: 5 นาโนเมตร
- Display wavelength banwidth: 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 – 8000 แคนเดลาต่อตารางเมตร
- Luminance repeatability: ±0.1%, ±1 digit
- Chromaticity xy repeatability: ±0.0002
- Polarization error: < 5% (400-780 นาโนเมตร)

3. เครื่องวัดแสงของ Konica Minolta รุ่น CL-200

- Receptor: Silicon photocell
- Measuring range: 0.1 - 99,990 ลักซ์
- Chromaticity: > 5 ลักซ์
- Luminance accuracy: ±2% ±1 digit
- Chromaticity xy accuracy: ±0.002
- Luminance repeatability: 0.5% ±1 digit
- Chromaticity xy repeatability: ±0.0005

4. หลอดฟลูออเรสเซนต์ของ Toshiba รุ่น FL40 S-D

- กำลังไฟฟ้า: 40 วัตต์
- จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้: 2 หลอด
- อุณหภูมิสี: 6500 เคลวิน
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอด: 25.5 มิลลิเมตร
- ขนาดความยาวของหลอด: 558.7 มิลลิเมตร

5. โปรแกรม Microsoft Office PowerPoint 2007

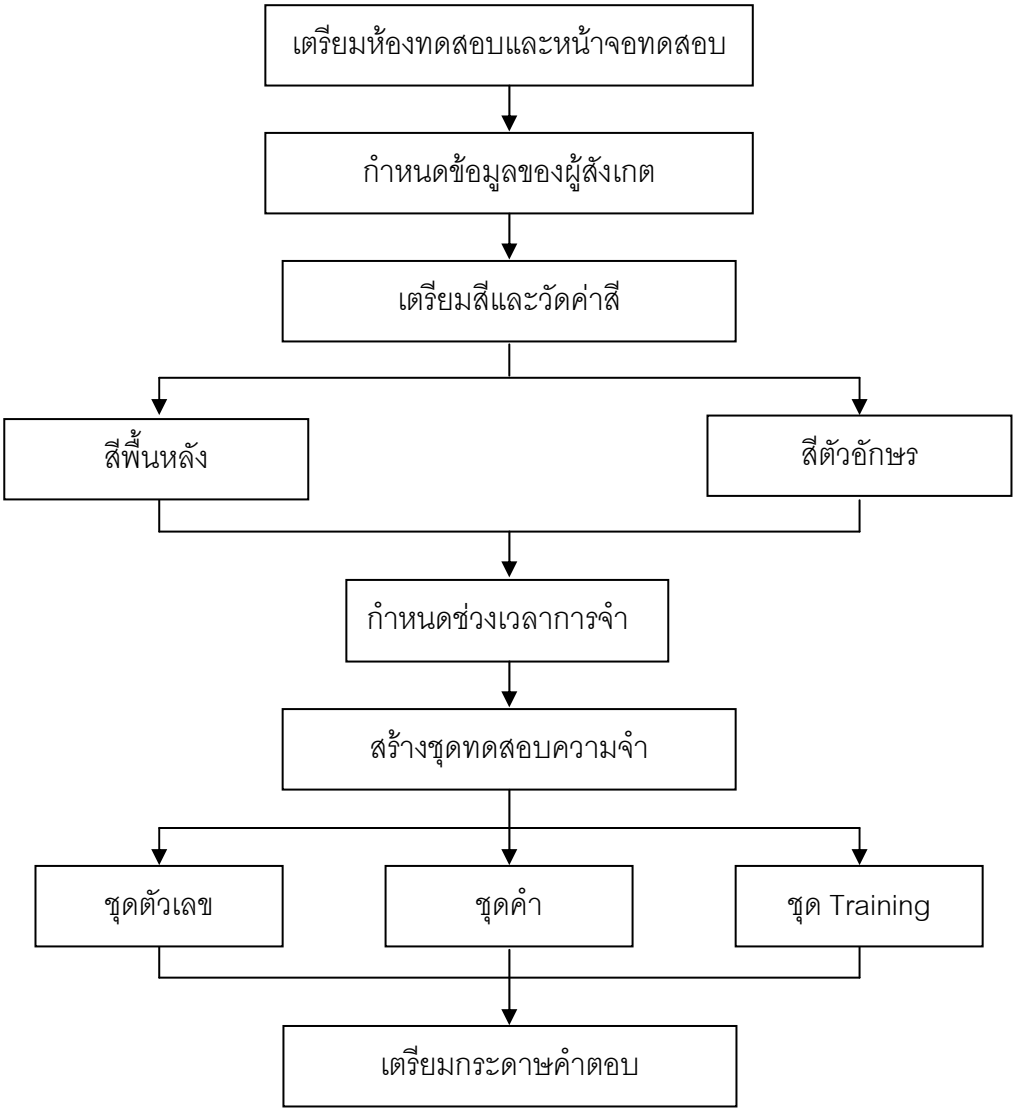
6. โปรแกรม SPSS for Window version 15.0

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้น โดยใช้ชุดทดสอบ 2 ชุดคือ ชุดตัวเลขและชุดคำที่มีสีต่าง ๆ ให้ผู้สังเกตดูและจำชุดตัวเลขหรือชุดคำที่ปรากฏตามเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นให้ผู้สังเกตเขียนตอบชุดตัวเลขหรือชุดคำที่จำได้ลงในกระดาษคำตอบ โดยมีช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที ให้คะแนนคำตอบที่ตอบถูกและวิเคราะห์ผล ซึ่งการดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ 1. การเตรียมการทดลอง 2. การทดสอบความจำและ 3. การวิเคราะห์ข้อมูล แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การเตรียมการทดลอง

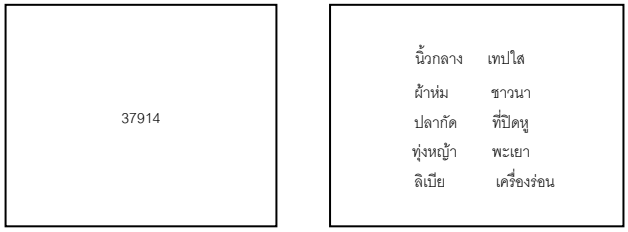
ขั้นตอนการเตรียมการทดลองแสดงดังแผนภูมิที่ 3.1 การเตรียมการทดลองเริ่มจากการเตรียมห้องทดสอบและหน้าจอคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการทดสอบความจำ กำหนดค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลองได้แก่ กลุ่มผู้สังเกต สีสันของตัวอักษรและสีพื้นหลังที่ใช้แสดงตัวอักษรนั้น รูปแบบและขนาดของตัวอักษร และช่วงเวลาการจำ ออกแบบและสร้างชุดทดสอบ พร้อมเตรียมกระดาษคำตอบสำหรับผู้สังเกต ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้



แผนภูมิที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง

3.2.1.1 การเตรียมห้องทดสอบและหน้าจอทดสอบ

ห้องทดสอบเป็นห้องปิดที่ไม่มีแสงจากภายนอกมีแต่แสงจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์จำนวน 2 หลอด ภายในห้องมีค่าความสว่าง (illuminance) วัดที่ระดับสายตาของผู้สังเกตเท่ากับ 302.6 ลักซ์ ค่าความส่องสว่าง (luminance) ของหน้าจอคอมพิวเตอร์เมื่อพื้นหลังเป็นสีขาวเท่ากับ 25.96 แคนเดลาต่อตารางเมตร หน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะแสดงชุดตัวเลขและชุดคำแสดงดังภาพที่ 3.1 กำหนดระยะห่างระหว่างผู้สังเกตกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ระหว่างทำการทดลองเท่ากับ 60 เซนติเมตร หน้าจอคอมพิวเตอร์ตั้งฉากกับสายตาของผู้สังเกต และกำหนดจุดกึ่งกลางจอคอมพิวเตอร์ให้อยู่ระดับสายตาของผู้สังเกตขณะทำการทดลอง



(ก) (ข)

ภาพที่ 3.1 หน้าจอคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดสอบ (ก) ชุดตัวเลข (ข) ชุดคำ

3.2.1.2 ผู้สังเกต

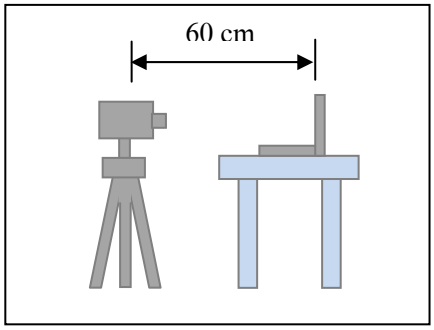
ผู้สังเกตเป็นผู้ใหญ่วัยต้นอายุ 20-30 ปีจำนวน 30 คนประกอบด้วยนิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปี 4 จำนวน 9 คน, ระดับปริญญาโทและเอกจำนวน 11 คนและบุคคลทั่วไปจบการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 10 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 12 คน เพศหญิงจำนวน 18 คน โดยรายละเอียดข้อมูลอายุของผู้สังเกตแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลอายุของผู้สังเกต

	ชาย	หญิง	รวม	ช่วงอายุ (ปี)	อายุเฉลี่ย (ปี)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ผู้สังเกต	12	18	30	20-30	24.7	3.0

3.2.1.3 สีสันที่ใช้ในการทดสอบ

สีที่ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ระหว่างทำการทดสอบความจำแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ สีพื้นหลังและสีสันของตัวอักษร วัดค่าสีของตัวอย่างทดสอบ (Lv (cd/m^2), x และ y) ด้วยเครื่องสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์ภายใต้แหล่งกำเนิดแสงฟลูออเรสเซนต์ภายในห้องทดสอบที่มุมการมองมาตรฐาน 2 องศา (2° observer) โดยให้เซ็นเซอร์ของเครื่องห่างจากจอคอมพิวเตอร์ 60 เซนติเมตรและทำมุมตั้งฉากกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตำแหน่งอุปกรณ์แสดงดังภาพที่ 3.2 การกำหนดสีพื้นหลังและสีตัวอักษรมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดสีด้วยเครื่องสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์

3.2.1.3.1 สีพื้นหลัง

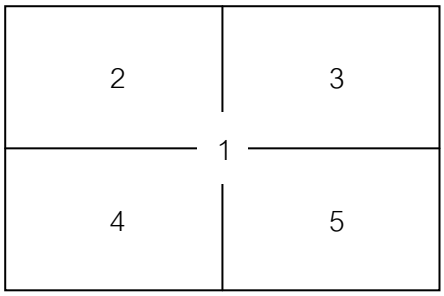
พื้นหลังที่ใช้ในการแสดงตัวอักษรระหว่างการทดสอบความจำคือ สีขาว เนื่องจากเป็นสีที่นิยมใช้เป็นพื้นหลังของงานพิมพ์ทั่วไป การพิมพ์หนังสือ การพิมพ์เอกสารราชการ เป็นต้น การวัดสีพื้นหลังเริ่มจากกำหนดให้หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงสีขาวเต็มหน้าจอ แล้ววัดค่าสี โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็น 4 ส่วนดังภาพที่ 3.3

2. วัดค่าสี Lv, x และ y ตรงจุดกึ่งกลางของจอคอมพิวเตอร์ (ตำแหน่งที่ 1 ในภาพที่ 3.3)

3. วัดค่าสี Lv, x และ y ตรงจุดกึ่งกลางของแต่ละส่วนของหน้าจอที่แบ่งไว้ (ตำแหน่งที่ 2, 3, 4 และ 5 ในภาพที่ 3.3)

4. เฉลี่ยค่าสีที่ได้จากทั้ง 5 ตำแหน่งที่วัดได้



ภาพที่ 3.3 หมายเลขตำแหน่งการวัดค่าสีพื้นหลัง 5 ตำแหน่งบนจอคอมพิวเตอร์

ค่าสีเฉลี่ย Lv (cd/m^2), x และ y ของสีพื้นหลังที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 25.96, 0.3188 และ 0.3465 ตามลำดับ (ตารางที่ 3.2) ค่าสีที่วัดได้ในแต่ละตำแหน่งแสดงในภาคผนวก ก

ตารางที่ 3.2 ค่าสีพื้นหลังและสีสันของตัวอักษร

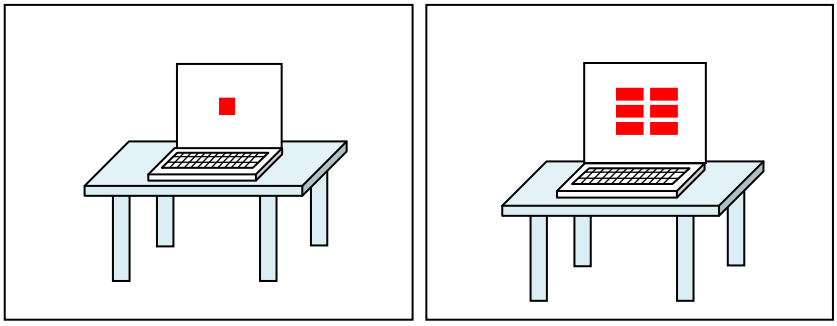
สี	ชื่อสี	R	G	B	Lv (cd/m^2)	x	y
สีพื้นหลัง	White	255	255	255	25.96	0.3188	0.3465
สีแดง	Red	255	0	0	6.74	0.5523	0.3535
สีน้ำตาล	Saddle brown	139	69	19	3.16	0.4238	0.3803
สีส้ม	Orange	255	165	0	12.73	0.4631	0.4309
สีเหลือง	Yellow	255	255	0	20.97	0.4243	0.4784
สีเขียว	Green	0	255	0	15.08	0.3238	0.5505
สีดำ	Black	0	0	0	0.90	0.2999	0.3265
สีน้ำเงิน	Blue	0	0	255	5.52	0.1758	0.1675
สีม่วง	Dark purple	135	31	120	3.12	0.2837	0.2169
สีชมพู	Spicy pink	255	28	174	9.25	0.3517	0.2391

3.2.1.3.2 สีตัวอักษร

สีสันที่ใช้แสดงตัวอักษรในการทดสอบผลของสีต่อความจำมีทั้งหมด 9 สี ได้แก่ สีแดง, สีน้ำตาล, สีส้ม, สีเหลือง, สีเขียว, สีดำ, สีน้ำเงิน, สีม่วงและสีชมพู ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง

จากคำเรียกสีพื้นฐาน 11 คำ กำหนดค่าสี RGB ที่ใช้แสดงตัวอักษรที่มีสีสันดังกล่าวจากตารางอ้างอิงคำเรียกสีกับค่า RGB [29] ตารางที่ 3.2 แสดงค่าสี RGB ที่ใช้แสดงแต่ละสีสัน

การวัดค่าสีสันที่ใช้แสดงสีตัวอักษร วัดจากแถบสีที่สร้างขึ้นบนจอคอมพิวเตอร์บนพื้นหลังสีขาว เนื่องจากชุดทดสอบความจำมี 2 ชุดคือ ชุดตัวเลขและชุดคำ แต่ละชุดมีตำแหน่งปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์แตกต่างกัน จึงสร้างแถบสีให้สอดคล้องกับตำแหน่งของตัวอักษรของแต่ละชุด (ภาพที่ 3.4) เพื่อวัดค่าสีได้ตรงกับตำแหน่งที่ชุดทดสอบปรากฏ ดังนั้นในการวัดค่าสีสันที่ใช้ทดสอบจึงแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนคือ การวัดค่าสีของชุดตัวเลข การวัดค่าสีของชุดคำและการหาค่าสีเฉลี่ย



(ก) (ข)

ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งแถบสีบนจอคอมพิวเตอร์บนพื้นหลังสีขาวขณะวัดค่าสี
(ก) ชุดตัวเลข และ (ข) ชุดคำ

1. การวัดค่าสีของชุดตัวเลข

ตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ใช้ในการทดสอบจะปรากฏขึ้นบริเวณกลางจอ ดังนั้นในการวัดค่าสีจึงสร้างแถบสีกลางจอคอมพิวเตอร์บนพื้นหลังสีขาวดังภาพที่ 3.4 (ก) จำนวน 1 แถบขนาด 3x4 ตารางเซนติเมตรซึ่งเป็นขนาดความกว้างและยาวเท่ากับขนาดของชุดตัวเลขที่มีจำนวนตำแหน่งมากที่สุด วัดค่าสี Lv, x และ y บนแถบสีโดยสุ่มตำแหน่งการวัด 3 ตำแหน่งที่แตกต่างกันและหาค่าเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้

2. การวัดค่าสีของชุดคำ

ชุดคำประกอบด้วยคำ 10 คำ เรียงเป็น 2 คอลัมน์ 5 แถวบนพื้นหลังสีขาว ในการวัดค่าสีจึงสร้างแถบสีบนพื้นหลังสีขาวขนาด 2x4 ตารางเซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาด

แถบสีที่เล็กที่สุดที่เครื่องสเปกโตรเรดิโอมิเตอร์สามารถวัดได้ จำนวน 6 แถบ จัดเรียงเป็น 2 คอลัมน์ 5 แถวดังภาพที่ 3.4 (ข) วัดค่าสี Lv, x และ y ตรงตำแหน่งกึ่งกลางของแต่ละแถบสีและหาค่าสีเฉลี่ยของค่าสีที่วัดได้

3. การหาค่าสีเฉลี่ยของสีสันที่ใช้ทดสอบ

นำค่าสีเฉลี่ยที่ได้จากการวัดชุดตัวเลขและชุดคำมาหาค่าสีเฉลี่ยอีกครั้ง ค่าสีที่คำนวณได้แสดงในตารางที่ 3.1 จากนั้นนำค่าสี Lv, x และ y มาคำนวณหาค่าสีในระบบสี CIELAB โดยใช้สีพื้นหลัง (สีขาว) เป็นสีขาวอ้างอิง

3.2.1.4 ช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (delay times) คือ เวลาหลังจากที่ชุดตัวเลขหรือชุดคำหายไปจนกระทั่งถึงเวลาเขียนตอบ แบ่งเป็น 3 ช่วงตามประเภทของความจำคือ ช่วงเวลาการจำ 0 วินาที หรือตอบทันทีถือเป็นความจำโดยประสาทรับความรู้สึกจะเกิดขึ้นทันทีทันได้, ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีเป็นช่วงเวลาของความจำระยะสั้น และช่วงเวลาการจำ 300 วินาทีเป็นช่วงเวลาของความจำระยะยาว

3.2.1.5 รูปแบบและขนาดตัวอักษร

รูปแบบตัวอักษรของชุดตัวเลขและชุดคำที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Angsana New เป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการพิมพ์หนังสือและเอกสารราชการต่าง ๆ ส่วนขนาดที่ใช้ คือ 36 พอยท์ ขนาดความสูงของตัวอักษรไม่รวมวรรณยุกต์ 0.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ใหญ่กว่าตัวอักขระปกติที่อ่านได้ชัดเจนบนหนังสือ (18 พอยท์: ขนาดความสูงของตัวอักษรไม่รวมวรรณยุกต์ 0.25 เซนติเมตร) ขนาดที่เลือกใช้ในงานวิจัยนี้มีขนาดเป็น 2 เท่าของตัวอักษรปกติ เนื่องจากงานวิจัยนี้ใช้จอคอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ระยะห่างระหว่างผู้สังเกตกับหน้าจอคอมพิวเตอร์แตกต่างจากระยะการอ่านหนังสือเป็น 2 เท่า

3.2.1.6 ชุดตัวเลข

โดยทั่วไปมนุษย์สามารถจดจำตัวเลขได้โดยเฉลี่ย 7±2 ตำแหน่ง ดังนั้นชุดตัวเลข 1 ชุดจึงประกอบด้วยชุดตัวเลข 5, 7 และ 9 ตำแหน่ง ๆ ละ 3 ข้อ แต่ละตำแหน่งได้จากการสุ่มตัวเลข 10 ตัว คือ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 และ 9 โดยชุดตัวเลขที่ได้มีตัวเลขที่ไม่ซ้ำและไม่เรียงลำดับกัน

สร้างชุดตัวเลขจำนวน 27 ชุด โดยแบ่งชุดตัวเลขเป็น 9 ชุดสีและ 3 ช่วงเวลาการจำ (ตัวอย่างชุดทดสอบแสดงในภาคผนวก ข)

3.2.1.7 ชุดคำ

คำที่ใช้เป็นคำภาษาไทยที่มีความหมาย ใช้เรียกสิ่งต่าง ๆ มี 2-3 พยางค์ แบ่งเป็น 10 หมวดคำ ชื่อหมวดคำแต่ละหมวดแสดงดังตารางที่ 3.3 ชุดคำ 1 ชุดประกอบด้วยคำ 10 คำ มาจากหมวดคำที่ต่างกันแสดงด้วยสีเดียวกัน สร้างชุดคำจำนวน 27 ชุดโดยแบ่งชุดคำเป็น 9 ชุดสี และ 3 ช่วงเวลาการจำ

ตารางที่ 3.3 หมวดคำต่าง ๆ ที่ใช้สร้างชุดทดสอบความจำด้วยชุดคำ

หมวดที่	ชื่อหมวดคำ	หมวดที่	ชื่อหมวดคำ
1	ประเทศ	6	กีฬา
2	สถานที่	7	จังหวัดในไทย
3	สัตว์	8	เครื่องแต่งกาย
4	เครื่องใช้	9	อาชีพ
5	อวัยวะ	10	อุปกรณ์ในสำนักงาน

3.2.1.8 ชุด Training

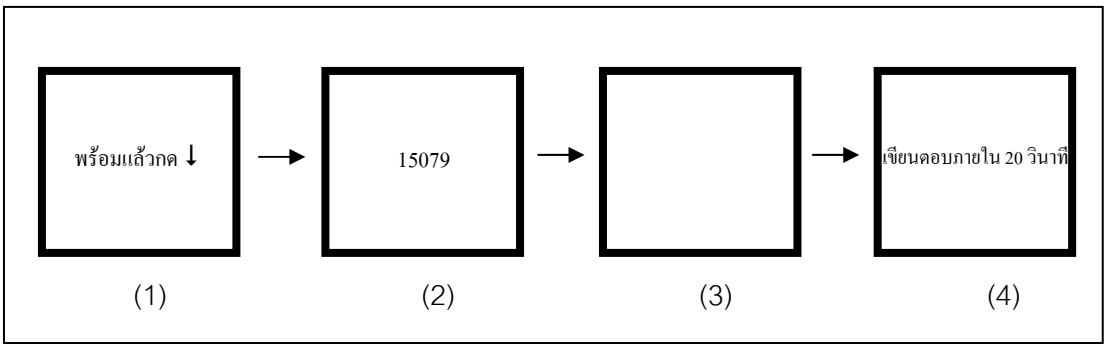
ก่อนทำการทดสอบจริง ผู้สังเกตทุกคนต้องทำการทดสอบด้วยชุด Training เพื่อให้เข้าใจขั้นตอนในการทดสอบความจำ ชุด Training ประกอบด้วยชุดตัวเลข 1 ชุดและชุดคำ 1 ชุด ซึ่งในชุดตัวเลข 1 ชุดนี้ประกอบด้วยชุดตัวเลข 5, 7 และ 9 ตำแหน่ง ๆ ละ 1 ข้อ ในส่วนของชุดคำประกอบด้วยคำ 10 คำที่มีหมวดคำต่างกันแสดงด้วยสีเดียวกัน (ตัวอย่างชุด Training แสดงในภาคผนวก ข)

3.2.1.9 กระดาษคำตอบ

กระดาษคำตอบของชุดทดสอบแต่ละแผ่นประกอบด้วยชื่อ-สกุล, เพศ, อายุ, วัน และเวลาในการทดสอบและตารางช่องว่างให้ผู้สังเกตเขียนคำตอบ ตัวอย่างกระดาษคำตอบแสดงในภาคผนวก ค

3.2.2 การทดสอบความจำ

ชุดทดสอบ (ชุดตัวเลขและชุดคำ) แสดงบนจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Microsoft Office PowerPoint 2007 ให้ผู้สังเกตนั่งพิงพนักเก้าอี้ตลอดเวลาการทดสอบและกรอกข้อมูลส่วนตัวลงในกระดาษคำตอบ ผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการทดสอบโดยใช้ชุด Training ประกอบคำอธิบาย ให้ผู้สังเกตเริ่มทำการทดสอบความจำดังขั้นตอนต่อไปนี้



ภาพที่ 3.5 ชุดทดสอบที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์ขณะทำการทดลองประกอบด้วย (1) ข้อความ “พร้อมแล้วกด↓”, (2) ชุดตัวเลข, (3) เว้นระยะเวลาตามช่วงเวลาการจำ 20 และ 300 วินาที และ (4) ข้อความ “เขียนตอบภายใน 20 วินาที”

1. เมื่อข้อความ “พร้อมแล้วกด ↓” ปรากฏบนจอคอมพิวเตอร์ดังภาพที่ 3.5 (1) หาก ผู้สังเกตพร้อมที่จะเริ่มทดสอบความจำแล้วให้กดแป้นลูกศรชี้ลง (↓)

2. ผู้สังเกตดูและจำชุดตัวเลข 5 ตำแหน่งที่ปรากฏขึ้นดังภาพที่ 3.5 (2) เป็นเวลา 5 วินาที

3. เมื่อชุดตัวเลขหายไป ให้ผู้สังเกตจำชุดตัวเลขนั้นไว้ หน้าจอคอมพิวเตอร์แสดงพื้นหลังสีขาวดังภาพที่ 3.5 (3) 0 วินาที ซึ่งเป็นช่วงเวลาการจำ

4. เมื่อข้อความ “เขียนตอบภายใน 20 วินาที” ปรากฏดังภาพที่ 3.5 (4) ให้ผู้สังเกตเขียนตอบตัวเลขที่จำได้ลงในกระดาษคำตอบโดยมีเวลาเขียนตอบ 20 วินาที

5. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1-4 จนครบ 3 ข้อ

6. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1–5 แต่ชุดตัวเลขจะเปลี่ยนเป็น 7 ตำแหน่ง

7. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1-5 แต่ชุดตัวเลขจะเปลี่ยนเป็น 9 ตำแหน่ง

8. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1–4 แต่เปลี่ยนชุดตัวเลขเป็นชุดคำ และเปลี่ยนเวลาดูชุดคำและช่วงเวลาเขียนตอบเป็น 60 วินาที

9. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1–8 แต่เปลี่ยนสีของชุดตัวเลขและชุดคำทำจนกระทั่งครบ 9 สี

10. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1–9 แต่เปลี่ยนช่วงเวลาการจำเป็น 20 วินาที หน้าจอแสดงพื้นหลังสีขาวเป็นเวลา 20 วินาทีปรากฏดังภาพที่ 3.5 (3)

11. ผู้สังเกตทำการทดสอบซ้ำข้อ 1–9 แต่เปลี่ยนช่วงเวลาการจำเป็น 300 วินาที หน้าจอแสดงพื้นหลังสีขาวเป็นเวลา 300 วินาทีปรากฏดังภาพที่ 3.5 (3)

ระหว่างการทดสอบความจำมีเสียงเตือนเพื่อให้ผู้สังเกตรู้เวลาเริ่มและสิ้นสุดการเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ ลักษณะของเสียงเตือนที่ใช้เป็นเสียงที่ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป เป็นเสียงที่ไม่ซ้ำกับเสียงที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการทดสอบเพราะอาจทำให้ผู้สังเกตเกิดความสับสน และระดับเสียงต้องไม่ดังเกินไปเพราะอาจรบกวนสมาธิของผู้สังเกตระหว่างทำการทดสอบความจำ

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการทดสอบเป็น 11 ครั้ง แต่ละครั้งประกอบด้วยการทดสอบความจำด้วยชุดตัวเลขและชุดคำในช่วงเวลาการจำต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 3.4 ผู้สังเกตแต่ละคนทดสอบความจำด้วยตัวอย่างทดสอบเดียวกัน แต่ตำแหน่งของคำและลำดับสีต่างกัน

ตารางที่ 3.4 การแบ่งการทดสอบความจำ

ครั้งที่		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ชุดทดสอบ	ชุดตัวเลข	9 สี	9 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี
	ชุดคำ	9 สี	9 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี	1 สี
ช่วงเวลาการจำ (วินาที)		0	20	300	300	300	300	300	300	300	300	300

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับชุดตัวเลขได้ข้อละ 1 คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งตัวเลขและตำแหน่ง ส่วนชุดคำได้คำละ 1 คะแนนเมื่อเขียนคำได้ถูกต้อง

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าร้อยละความถูกต้องและค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากคะแนนที่ได้จากผู้สังเกต 30 คนในแต่ละสีของชุดตัวเลขและชุดคำในแต่ละช่วงเวลาการจำ

2. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r-value) ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่าความเปรียบต่างของความสว่าง (luminance contrast) กับค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย

3. เปรียบเทียบผลของสีสันที่ใช้ทดสอบจากค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละสี และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way analysis of variance)

4. เปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำ 3 ช่วง คือ 0, 20 และ 300 วินาทีจากค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากทุกสีสำหรับชุดตัวเลขและชุดคำ และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way analysis of variance) และทดสอบความแตกต่างแบบรายคู่ด้วย Tukey's Honesty Significant Difference

5. เปรียบเทียบผลระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ จากร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากทุกสีของ ชุดตัวเลขและชุดคำในแต่ละช่วงเวลาการจำ คือ 0, 20 และ 300 วินาที และวิเคราะห์ด้วยสถิติทดสอบ t (independent-samples t-test)

6. เปรียบเทียบผลของตำแหน่งของชุดตัวเลข 5, 7 และ 9 จากร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากทุกสี ในแต่ละช่วงเวลาการจำ คือ 0, 20 และ 300 วินาที และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way analysis of variance)

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ตัวแปรในงานวิจัยนี้ได้แก่ สีของตัวอักษร (ทดสอบทั้งหมด 9 สี) ช่วงเวลาการจำ (3 ช่วงเวลา) ชุดทดสอบ (ชุดตัวเลขและชุดคำ) และจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลข (5, 7 และ 9 ตำแหน่ง) การเปรียบเทียบผลในงานวิจัยนี้จึงแบ่งเป็น 4 ส่วนคือ 1) การเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษร 2) การเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำ 3) การเปรียบเทียบผลระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ และ 4) การเปรียบเทียบผลของตำแหน่งชุดตัวเลข

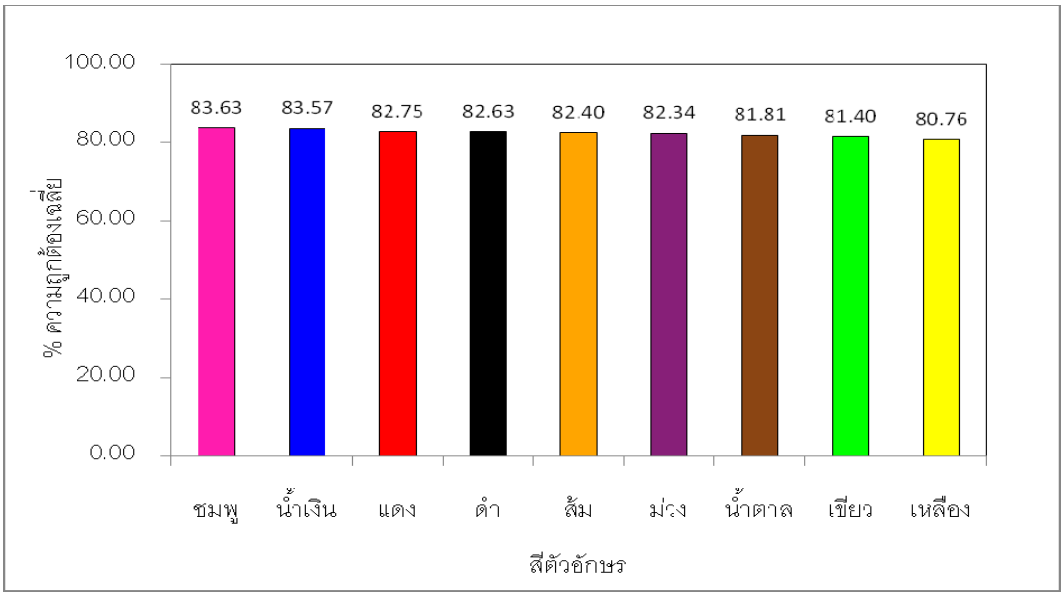
4.1 การเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษร

สีตัวอักษรในงานวิจัยนี้มีทั้งหมด 9 สีคือ แดง, น้ำตาล, ส้ม, เหลือง, เขียว, ดำ, น้ำเงิน, ม่วง และชมพู การเปรียบเทียบผลแบ่งเป็น 4 ส่วน คือ 1) ผลของสีตัวอักษรต่อความจำ 2) ผลของสีตัวอักษรเปรียบเทียบตามช่วงเวลาการจำคือ 0, 20 และ 300 วินาที 3) ผลของสีตัวอักษรในชุดตัวเลขตามช่วงเวลาการจำ และ 4) ผลของสีตัวอักษรในชุดคำตามช่วงเวลาการจำ

4.1.1 ผลของสีตัวอักษรต่อความจำ

ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ ร้อยละความถูกต้องของแต่ละสีที่ได้จากช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงและตัวอย่างทดสอบ 2 ชุด และหาค่าเฉลี่ยจากผู้สังเกต 30 คน ผลการทดลองแสดงดังภาพที่ 4.1

จากภาพที่ 4.1 ผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย พบว่า สีที่มีร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดคือ สีชมพู มีร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 83.63 รองลงมาคือ สีน้ำเงิน, สีแดง, สีดำ, สีส้ม, สีม่วง, สีน้ำตาล, สีเขียวและสีเหลืองมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 80.76 สีที่ให้ค่าร้อยละความถูกต้องสูงหมายถึง ผู้สังเกตจำตัวเลขหรือคำในชุดทดสอบได้ถูกต้องมากกว่าสีที่ให้ร้อยละความถูกต้องต่ำ เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่า luminance contrast กับการเพิ่มความสามารถในการจำ (ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r-value) ได้ผลดังตารางที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรต่อความจำ

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีกับความจำ

	h_{ab}	L*	a*	b*	C^*_{ab}	luminance contrast
r-value	0.581	-0.429	0.628	-0.769	-0.071	0.350

จากตารางที่ 4.1 ค่า r-value แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB กับร้อยละความถูกต้องในเชิงเส้นตรง (linear relationship) โดยเมื่อค่า r-value มีค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 หมายถึงค่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ (เมื่อข้อมูลชุดหนึ่งเพิ่มขึ้น อีกชุดหนึ่งจะมีค่าลดลงด้วยอัตราส่วนเดียวกัน) หรือเชิงบวก (เมื่อข้อมูลชุดหนึ่งเพิ่มขึ้น อีกชุดหนึ่งก็เพิ่มขึ้นด้วย) ตามลำดับ ชุดข้อมูลสองชุดจัดว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงระดับสูงเมื่อ r-value มีค่ามากกว่า 0.700 หรือน้อยกว่า -0.700 [30] ซึ่งจะเห็นว่า ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีความสัมพันธ์กับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยในเชิงลบ (r-value = -0.769) หมายความว่า ตัวอักษรที่แสดงด้วยสีที่มีความเป็นสีเหลืองลดลงหรืออีกนัยหนึ่งคือ มีความเป็นสีน้ำเงินเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มในการช่วยจดจำได้ดีขึ้น เมื่อพิจารณาค่าสีอื่น ๆ และค่าความเปรียบต่างของความสว่าง (luminance contrast) ระหว่างสีตัวอักษรกับพื้นหลังไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับความจำ

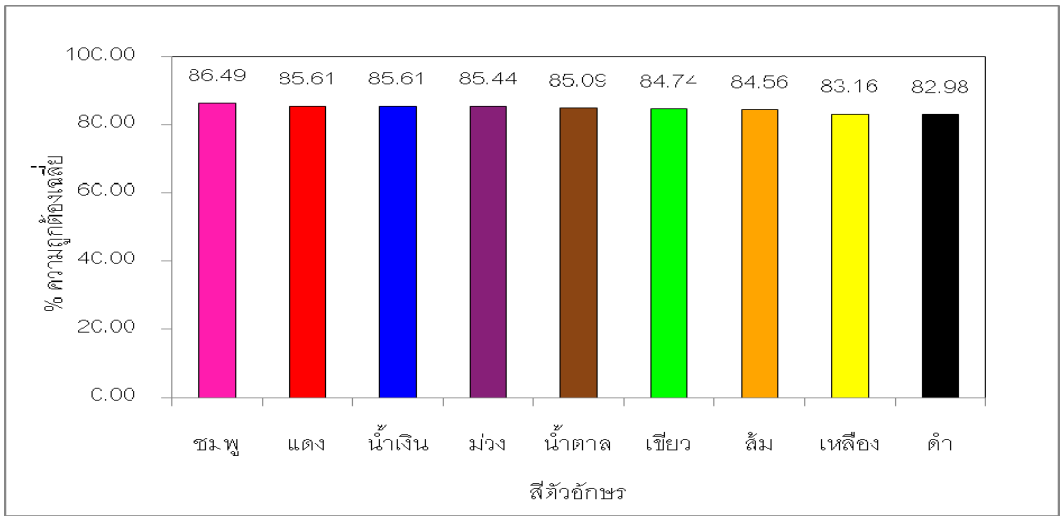
เพื่อวิเคราะห์ว่าการใช้สีตัวอักษรที่แตกต่างกันมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการจำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงนำค่าร้อยละความถูกต้องจากผู้สังเกต 30 คนของแต่ละสีมา

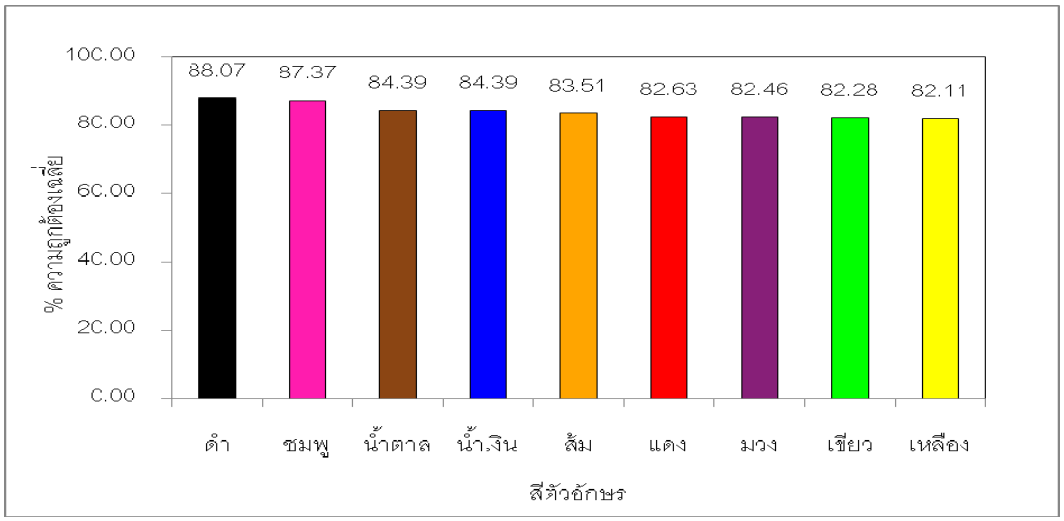
วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way ANOVA) สมมติฐานทางการวิจัยคือ สีตัวอักษร 9 สีมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นพบว่า ค่า p-value = 0.865 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ (P>0.05) ซึ่งหมายความว่า สีตัวอักษรทั้ง 9 สีให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ นั่นคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรแต่ละสีใกล้เคียงกัน (ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.84) ผลเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะจากการสังเกตระหว่างการทดลองเมื่อผู้สังเกตทำการทดลองไปเรื่อย ๆ ผู้สังเกตเริ่มสามารถหาวิธีการจดจำตัวอย่างทดสอบเหล่านั้นได้ เช่น เชื่อมโยงชุดตัวเลขเข้ากับสายรถเมล์หรือปีเกิด หรือเชื่อมโยงคำที่ปรากฏเป็นเรื่องราวต่าง ๆ อย่างไรก็ดีผลที่ได้นี้เกิดจากการรวมทุกช่วงเวลาการจำเข้าไว้ด้วยกันในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งช่วงเวลาการจำส่งผลอย่างมากต่อความสามารถในการจดจำข้อมูล ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามช่วงเวลาการจำเพื่อหาผลของสีที่มีต่อการช่วยเพิ่มความจำ

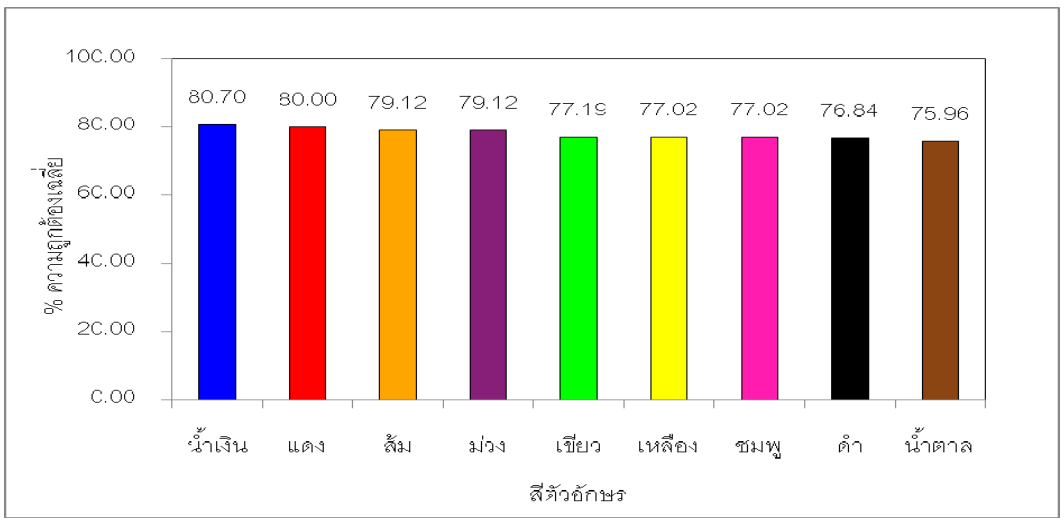
4.1.2 ผลของสีตัวอักษรเปรียบเทียบตามช่วงเวลาการจำ

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลของสีตัวอักษรในแต่ละช่วงเวลาการจำคือ ร้อยละความถูกต้องของแต่ละสีและแต่ละช่วงเวลาการจำจากชุดทดสอบ 2 ชุดและหาค่าเฉลี่ยจากผู้สังเกต 30 คน ภาพที่ 4.2 แสดงผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยแต่ละช่วงเวลาการจำของแต่ละสี

จากภาพที่ 4.2 ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย เมื่อเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษรที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาที สีชมพูมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 86.49 ส่วนสีดำมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 82.98 ขณะที่สีดำเป็นสีที่มีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 88.07 ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที ส่วนสีเหลืองมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 82.11 สำหรับที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที สีน้ำเงินและสีน้ำตาลมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดและน้อยสุดเท่ากับ 80.70 และ 75.96 ตามลำดับ จะเห็นว่า ภายในช่วงเวลาการจำเดียวกัน ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละสีมีค่าใกล้เคียงกัน และการเปลี่ยนแปลงของลำดับสีเปลี่ยนไปในแต่ละช่วงเวลาการจำ นอกจากนี้พบว่า สีน้ำเงินคงอยู่ภายใน 4 อันดับแรกของทุกช่วงเวลาการจำ ขณะที่สีอื่น ๆ ไม่แสดงความคงที่ของอันดับค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และ luminance contrast กับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยแสดงด้วยค่า r-value (ตารางที่ 4.2)







ภาพที่ 4.2 ผลของร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรแต่ละสีที่ช่วงเวลาการจำ (ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีกับช่วงเวลาการจำ (r-value)

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	h_{ab}	L*	a*	b*	C^*_{ab}	luminance contrast
0	0.251	-0.007	0.559	-0.481	0.365	-0.126
20	0.225	-0.014	0.196	-0.532	0.282	-0.048
300	0.112	0.342	0.265	0.086	0.356	-0.181

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ภายในแต่ละช่วงเวลาการจำไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และ luminance contrast กับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรทั้ง 9 สีในแต่ละช่วงเวลาการจำ ด้วย one way ANOVA สมมติฐานทางการวิจัยคือ สีตัวอักษร 9 สีมีผลต่อความถูกต้องในการจำในแต่ละช่วงเวลาการจำของผู้ใหญ่วัยต้น แสดงค่าในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรในแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
0	3.51	0.922
20	5.96	0.329
300	4.74	0.941

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ค่า p-value ของแต่ละช่วงเวลาการจำมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ ($P>0.05$) จึงยอมรับ H_0 คือ สีตัวอักษรทั้ง 9 สีให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละช่วงเวลาการจำ นั่นคือ ในช่วงเวลาการจำเดียวกัน สีตัวอักษรทั้ง 9 สีช่วยจำได้ใกล้เคียงกันทั้งที่ช่วงเวลาการจำ 0, 20 และ 300 วินาที เมื่อพิจารณาค่า p-value ของทั้งสามช่วงเวลาการจำพบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีมีค่า p-value เข้าใกล้ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้มากสุด ซึ่งต่างจากค่า p-value ที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 300 วินาทีซึ่งมีค่าสูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาการจำ 0 วินาทีเป็นการตอบตัวอักษรทันทีทำให้ผู้สังเกตยังคงจำตัวอักษรนั้นได้อยู่ ส่วนที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาทีเป็นช่วงความจำระยะยาว จากทฤษฎีข้อมูลที่จะจดจำอยู่

ในช่วงความจำระยะยาวได้ต้องมีการทบทวนอยู่เสมอ [23] ซึ่งในการทดลองนี้ไม่ได้ให้ผู้สังเกตทบทวนก่อนการเขียนตอบ ความถูกต้องของคำตอบจึงลดลงจากช่วงเวลา 0 และ 20 วินาที ดังนั้นที่ช่วงเวลาการจำที่ 0 และ 300 วินาทีนั้น สีของตัวอักษรจึงมีผลน้อยมากต่อการกระตุ้นหรือช่วยส่งเสริมให้จดจำข้อมูลได้ดีขึ้น เนื่องจากช่วงเวลาการจำมีอิทธิพลเหนือกว่า สำหรับที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีเป็นช่วงความจำระยะสั้น ข้อมูลที่เรากำลังใช้อยู่ในปัจจุบันและจดจำได้ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลความจำระยะสั้นมีระยะเวลาที่ต้องจดจำข้อมูล ต่างจากความจำโดยประสาทรับความรู้สึก (sensory memory) ที่เกิดขึ้นทันที (ช่วงเวลาการจำ 0 วินาที) และความจำระยะยาว (long-term memory) ที่ต้องมีการทบทวนข้อมูลและช่วงการจำที่นานเกินไปจนเกิดการลืม [23] ดังนั้น สีจึงมีแนวโน้มในการช่วยจำที่ช่วงความจำระยะสั้นคือ ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้นี้เกิดจากการรวมกันของสองชุดทดสอบในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งชุดทดสอบที่ต่างกันอาจมีผลต่อความสามารถในการจดจำข้อมูล เนื่องจากเนื้อหาของข้อมูลและเวลาที่ให้ดูข้อมูลแตกต่างกัน ดังนั้นในหัวข้อต่อไป จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามชุดทดสอบและช่วงเวลาการจำเพื่อหาผลของสีที่มีต่อการช่วยเพิ่มความจำ

4.1.3 ผลของสีตัวอักษรในชุดตัวเลขตามช่วงเวลาการจำ

ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ ร้อยละความถูกต้องของแต่ละสีและแต่ละช่วงเวลาการจำจากผู้สังเกต 30 คนของชุดตัวเลข หาค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย (แสดงค่าในภาคผนวก ง) เขียนกราฟแสดงผลของสีตัวอักษรต่อความจำของชุดตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ ได้ผลดังภาพที่ 4.3 โดยค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย

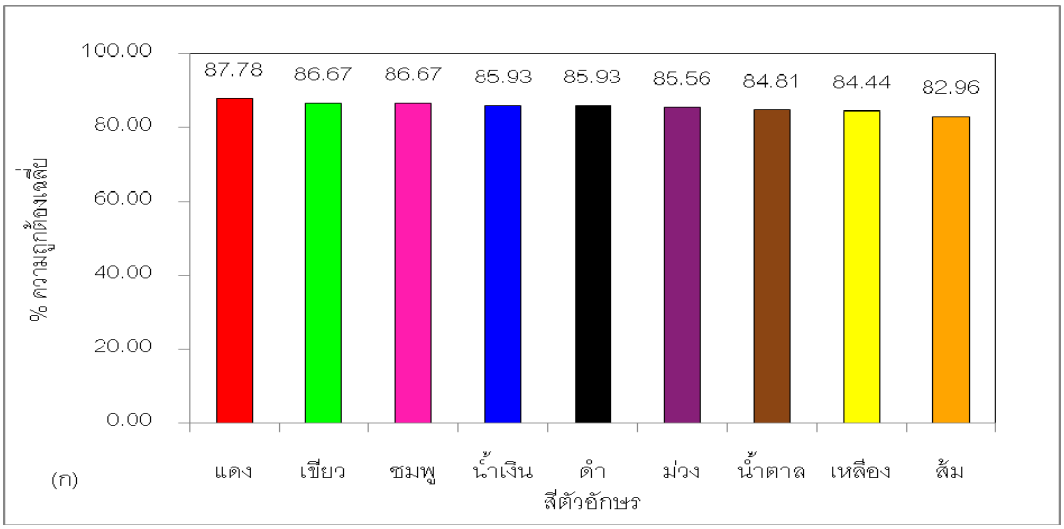
จากภาพที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวเลขที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ พบว่า ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยที่มากสุดและน้อยสุดเท่ากับ 87.78 และ 82.96 สำหรับสีแดงและสีส้มที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาที 85.56 และ 77.41 สำหรับสีชมพูและสีส้มที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที และ 72.59 และ 62.96 สำหรับสีน้ำเงินและสีน้ำตาลที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที จะเห็นว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที ผู้สังเกตสามารถจดจำตัวเลขที่แสดงด้วยสีส้มได้น้อยสุด นอกจากนี้พบว่า เมื่อช่วงเวลาการจำเปลี่ยนไป ลำดับของสีก็จะเปลี่ยนไปด้วย เมื่อพิจารณาโดยรวมผู้สังเกตสามารถจำตัวเลขสีเขียวได้มากกว่าตัวเลขสีดำในทุกช่วงเวลาการจำ และสีเขียวมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยอยู่ใน 3 อันดับแรกของทุกช่วงเวลาการจำ เมื่อวิเคราะห์จากแนวโน้ม

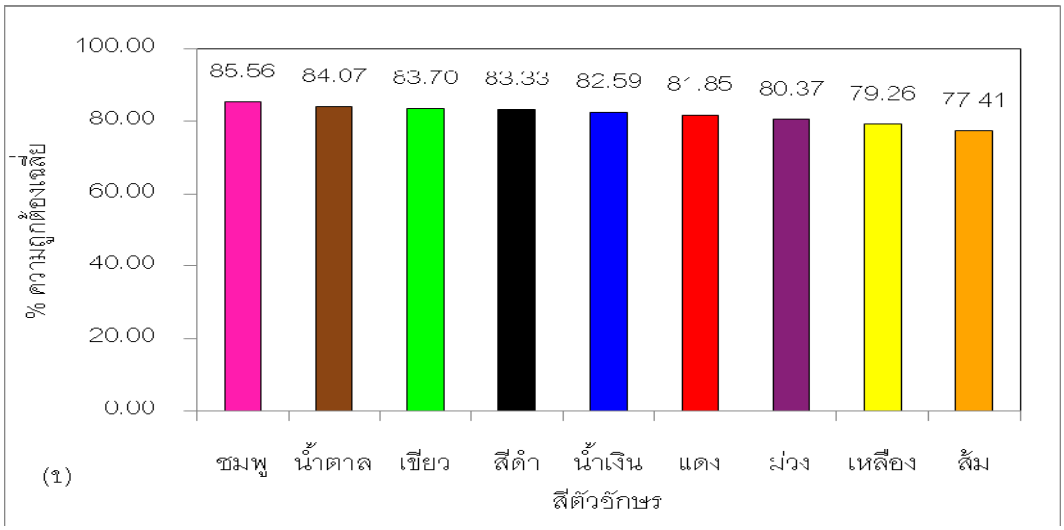
ของความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่า luminance contrast กับการเพิ่มความสามารถในการจำด้วยค่า r-value ได้ผลดังตารางที่ 4.4

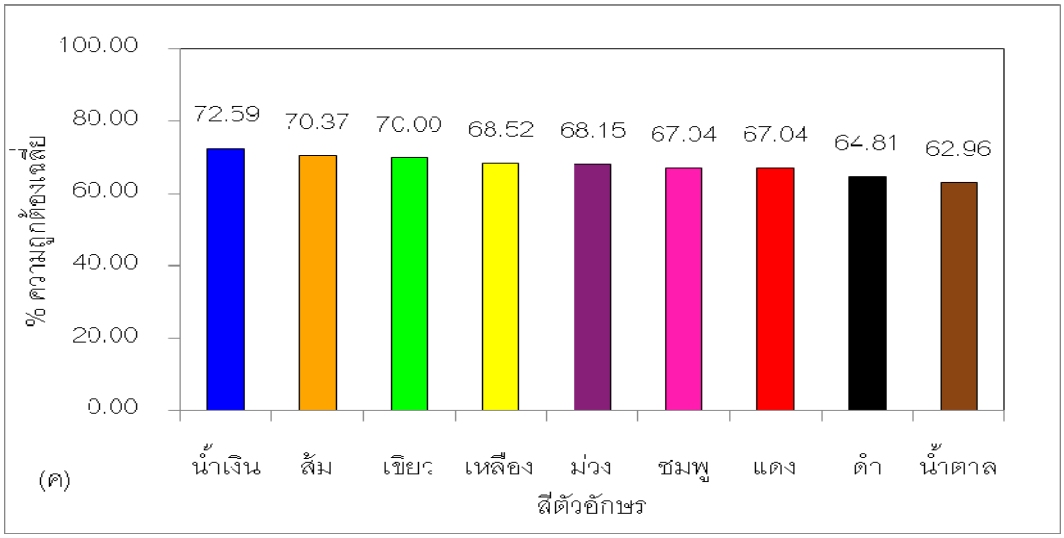
จากตารางที่ 4.4 ค่าความอิ่มตัวสี (C^*_{ab}) คือ ค่าความสดของสีตัวอักษรเมื่อเทียบกับส่วนที่สว่างที่สุดในงานวิจัยนี้คือ สีขาวของพื้นหลัง เมื่อค่าความอิ่มตัวสีตัวเลขมีมากแสดงว่า ตัวเลขนั้นมีสีสดมาก งานวิจัยนี้สีสันที่มีความอิ่มตัวสูงสุดคือ สีเขียว (85.62) และสีที่มีความอิ่มตัวต่ำสุดคือ สีดำ (3.61) จะเห็นว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาทีพบแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างค่าความอิ่มตัวสีกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยในเชิงบวก (r-value = 0.700) หมายความว่า เมื่อตัวเลขมีความสดของสีเพิ่มขึ้น ผู้สังเกตมีแนวโน้มที่จะจำตัวเลขได้ดีขึ้น ส่วนเมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาทีไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีและค่าความเปรียบต่างของความสว่างกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรทั้ง 9 สีของชุดตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ สำหรับสีของชุดตัวเลข 9 สีมีผลต่อความถูกต้องในการจำในแต่ละช่วงเวลาการจำของผู้ใหญ่วัยต้น แสดงค่าในตารางที่ 4.5

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ค่า p-value ของแต่ละช่วงเวลาการจำมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ ($P>0.05$) จึงยอมรับ H_0 คือ สีตัวเลขทั้ง 9 สีของชุดตัวเลขให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละช่วงเวลาการจำ นั่นคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรแต่ละสีใกล้เคียงกันที่ช่วงเวลาการจำ 0, 20 และ 300 วินาที เมื่อพิจารณาค่า p-value ของทั้งสามช่วงเวลาการจำ พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีมีค่า p-value เข้าใกล้ค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้มากสุด ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ผลของสีตัวอักษรตามช่วงเวลาการจำ (หัวข้อ 4.1.2) แสดงให้เห็นว่า สีบางสีมีแนวโน้มช่วยจำตัวเลขที่ช่วงความจำระยะสั้นคือ ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที







ภาพที่ 4.3 ผลของสีตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ (ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในแต่ละช่วงเวลาการจำของชุดตัวเลข (r-value)

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	h_{ab}	L*	a*	b*	C^*_{ab}	luminance contrast
0	0.255	-0.208	0.176	-0.246	0.217	0.170
20	0.365	-0.358	0.015	-0.409	-0.176	0.332
300	0.158	0.523	-0.229	-0.098	0.700	-0.549

ตารางที่ 4.5 ค่าสถิติทดสอบผลของสีของชุดตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
0	4.81	0.956
20	8.15	0.542
300	9.63	0.693

จากผลที่ได้นี้ พบว่า ค่าความอิ่มตัวสีมีแนวโน้มต่อการเพิ่มความสามารถในการช่วยจดจำตัวเลข โดยสีที่มีค่าความอิ่มตัวสูงสามารถช่วยจดจำตัวเลขได้ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากชุดตัวเลข 1 ชุด ปรากฏเพียงเวลาสั้น ๆ คือ 5 วินาที ดังนั้น การที่ผู้สังเกตจะจำได้จะต้องใช้สีที่สะดุดตานั่นคือ สีที่มีความอิ่มตัวสีหรือความสดของสีสูง ส่งผลให้สามารถกระตุ้นความรู้สึกและสามารถช่วยจำตัวเลขชุดนั้นได้ดี ส่วนในหัวข้อต่อไปเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่เป็นชุดคำตามช่วงเวลาการจำต่าง ๆ เพื่อหาผลของสีที่มีต่อการช่วยเพิ่มความจำ

4.1.4 ผลของสีตัวอักษรในชุดคำตามช่วงเวลาการจำ

ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ ร้อยละความถูกต้องของแต่ละสีและแต่ละช่วงเวลาการจำจากผู้สังเกต 30 คนของชุดคำ ภาพที่ 4.4 แสดงผลร้อยละความถูกต้องในแต่ละช่วงเวลาการจำของแต่ละสีของชุดคำ แบ่งการเปรียบเทียบเป็น 3 ช่วงเวลาการจำ

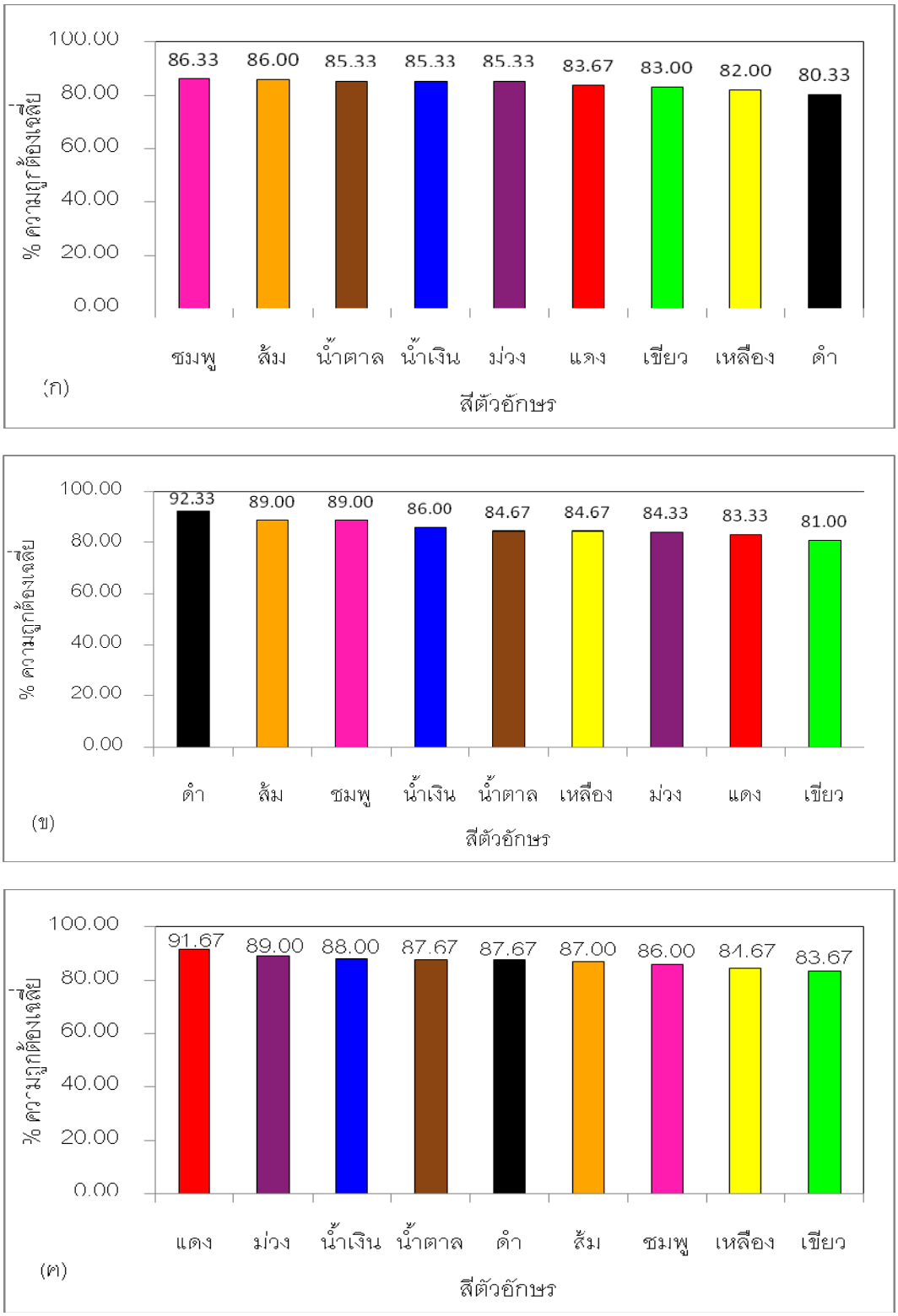
จากภาพที่ 4.4 ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเรียงลำดับจากมากไปน้อย เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีของคำที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาที สีชมพูมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 86.33 ส่วนสีดำมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย

น้อยสุดเท่ากับ 80.33 ขณะที่สีดำเป็นสีที่ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 92.33 ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที ส่วนสีเขียวมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 81.00 สำหรับที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที สีแดงและสีเขียวมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดและน้อยสุดเท่ากับ 91.67 และ 83.67 ตามลำดับ และพบว่า ลำดับของสีเปลี่ยนไปเมื่อช่วงเวลาการจำเปลี่ยน ผู้สังเกตสามารถจำชุดคำสีแดงได้มากกว่าชุดคำสีเขียวสำหรับทุกช่วงเวลาการจำ และร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น (พิจารณาจากค่าต่ำสุด) เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้นจาก 0, 20 และ 300 วินาที (ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 80.33, 81.00 และ 83.67 ตามลำดับ) นำค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละสีมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่า luminance contrast กับการเพิ่มความสามารถในการจำ ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีในแต่ละช่วงเวลาการจำของชุดคำ (r-value)

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	h_{ab}	L*	a*	b*	C^*_{ab}	luminance contrast
0	0.110	0.123	0.494	-0.365	0.258	-0.243
20	0.408	-0.425	0.294	-0.320	-0.598	0.473
300	-0.051	-0.571	0.709	-0.313	-0.227	0.500

จากตารางที่ 4.6 สังเกตเห็นว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาทีไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่า luminance contrast กับการเพิ่มความสามารถในการจำ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาทีพบแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a*) กับความสามารถในการจำในเชิงบวก (0.709) หมายความว่า ชุดคำที่มีส่วนผสมของสีแดงเพิ่มขึ้นเช่น สีแดง สีม่วงและสีชมพู มีแนวโน้มในการช่วยจำคำได้มากกว่าชุดคำที่มีส่วนผสมของสีแดงลดลง นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบค่า C^*_{ab} กับตารางที่ 4.4 พบว่า ค่าความอิ่มตัวสีของชุดคำสัมพันธ์กับการเพิ่มความสามารถในการจำในเชิงลบ คือ เมื่อสีมีความอิ่มตัวลดลงจะมีแนวโน้มให้สามารถช่วยจำคำได้ดีขึ้น ซึ่งตรงข้ามกับชุดตัวเลข ทั้งนี้เนื่องจากชุดคำมีจำนวน 10 คำมากกว่าชุดตัวเลขและปรากฏเป็นเวลา 60 วินาทีซึ่งนานกว่าชุดตัวเลข ดังนั้น สีที่มีความอิ่มตัวสีหรือความสดของสีต่ำจะทำให้อ่านได้ง่ายส่งผลให้ผู้สังเกตจดจำคำได้ดีขึ้น



ภาพที่ 4.4 แสดงผลร้อยละความถูกต้องในแต่ละช่วงเวลาการจำของแต่ละสีชุดคำ (ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีชุดคำทั้ง 9 สีในแต่ละช่วงเวลาการจำ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ สำหรับสีของชุดคำ 9 สีมีผลต่อความถูกต้องในการจำในแต่ละช่วงเวลาการจำของผู้ใหญ่วัยต้น แสดงค่าในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่าสถิติทดสอบผลของสีของชุดคำในแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
0	6.00	0.765
20	11.33	0.192
300	8.00	0.698

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ค่า p-value ของแต่ละช่วงเวลาการจำมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ ($P>0.05$) จึงยอมรับ H_0 คือ สีตัวอักษรทั้ง 9 สีของชุดคำให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญในแต่ละช่วงเวลาการจำ นั่นคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรแต่ละสีไม่แตกต่างกันที่ช่วงเวลาการจำ 0, 20 และ 300 วินาที

นอกจากนี้จากตารางที่ 4.7 พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีค่า p-value ต่ำสุดและเข้าใกล้ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ ($P>0.05$) แสดงให้เห็นแนวโน้มผลของการใช้สีที่ต่างกันสามารถช่วยจำชุดคำได้แตกต่างกันเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ผลของสีตัวอักษรและสีตัวเลขตามช่วงเวลาการจำ (หัวข้อ 4.1.2 และ 4.1.3 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่า สีบางสีมีแนวโน้มช่วยจดจำชุดคำได้มากกว่าสีอื่นที่ช่วงความจำระยะสั้นคือ ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที

และเมื่อพิจารณาผลของสีตัวอักษรโดยรวมเปรียบเทียบตามช่วงเวลาการจำ (หัวข้อ 4.1.2) จะเห็นว่า ค่า p-value ในตารางที่ 4.5 ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีมีค่าต่ำสุด (0.329) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างค่า p-value ของชุดตัวเลขและชุดคำ แสดงให้เห็นว่า แนวโน้มของความแตกต่างในการใช้สีที่ต่างกันที่เกิดขึ้นที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาทีเป็นผลมาจากชุดคำมากกว่าชุดตัวเลข นั่นคือสีที่ต่างกันมีแนวโน้มในการช่วยจำชุดคำได้ต่างกันที่ช่วงความจำระยะสั้น ทั้งนี้อาจเป็นสาเหตุมาจากคำสามารถระลึกได้ง่ายกว่าตัวเลข เนื่องจากคำมีความหมายสามารถเชื่อมโยงได้ง่าย ขณะที่ชุดตัวเลขไม่มีความหมายจึงยากที่จะเชื่อมโยงเป็นเรื่องราวได้

จากการวิเคราะห์ผลของสีของชุดตัวเลขและชุดคำพบว่า สีช่วยจำตัวอักษรได้ไม่แตกต่างกัน แต่พบแนวโน้มของค่าความอิ่มตัวสีสัมพันธ์กับการเพิ่มความสามารถในการจำคือ เมื่อสีมีความอิ่มตัวสีเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มช่วยจำตัวเลขได้ดีขึ้น ขณะที่ชุดคำจะมีแนวโน้มในการช่วยจำได้ดีเมื่อความอิ่มตัวสีลดลง ทั้งนี้เนื่องจากเวลาที่ปรากฏชุดตัวเลข (5 วินาที) สั้นกว่าชุดคำ (60 วินาที) และจำนวนข้อมูลที่ต่างกันระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

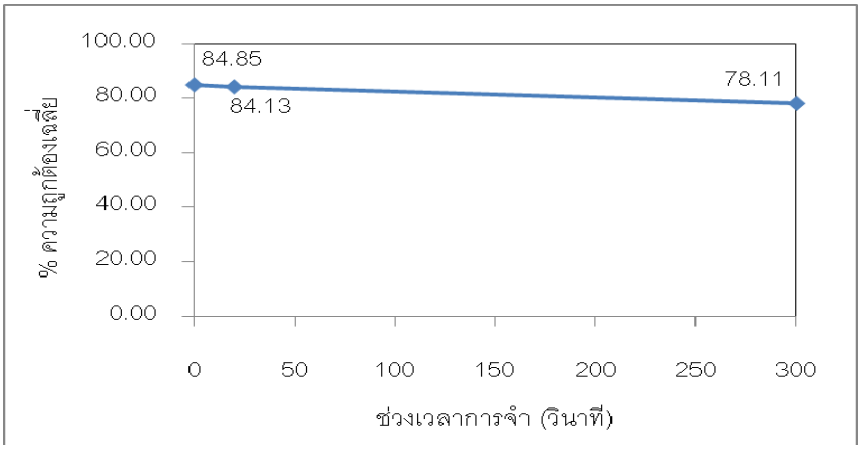
อย่างไรก็ดีผลที่ได้นี้เป็นเพียงการวิเคราะห์ผลของสีตัวอักษรต่อความสามารถในการจดจำข้อมูลเท่านั้น แต่ในงานวิจัยนี้ยังคงมีปัจจัยอื่นที่อาจส่งผลต่อการจดจำตัวอักษรได้อาทิเช่น ช่วงเวลาการจำ เนื้อหาข้อมูล ความมากน้อยของข้อมูล ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลของช่วงเวลาการจำที่มีต่อการช่วยเพิ่มความจำ

4.2 การเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำในงานวิจัยนี้มี 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที ข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ ร้อยละความถูกต้องของแต่ละช่วงเวลาการจำจากทุกสีและผู้สังเกต 30 คน หาค่าเฉลี่ยของร้อยละความถูกต้องเพื่อเขียนกราฟแสดงผลของช่วงเวลาการจำ

4.2.1 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากชุดทดสอบ 2 ชุด ผู้สังเกต 30 คน และสีตัวอักษรทั้ง 9 สีที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ เขียนกราฟแสดงผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำแสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ

จากภาพที่ 4.5 เมื่อเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำพบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมีค่าไม่แตกต่างกันที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที (มีค่าความแตกต่างเท่ากับ 0.72) แต่ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยลดลงเมื่อช่วงเวลาการจำ 300 วินาที โดยมีค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดเท่ากับ 6.74 ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมีมากสุดที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาทีเนื่องจากเป็นการตอบทันทีเมื่อตัวอักษรที่แสดงบนจอหายไปส่งผลให้ยังคงจำตัวอักษรได้

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยที่ได้จากทั้งสองชุดทดสอบที่ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือที่ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นพบว่า ค่า p-value เท่ากับ 0.000 น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ ($P<0.05$) จึงยอมรับ H_1 คือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากช่วงเวลาการจำอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงทำการทดสอบต่อเป็นรายคู่เพื่อหาว่า คู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยใช้การทดสอบความแตกต่างแบบรายคู่ (Tukey's Honesty Significant Difference) ได้ผลแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำ

ช่วงเวลาการจำแต่ละคู่ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา	p-value
0 : 20	0.72	0.613
0 : 300	6.74	0.001
20 : 300	6.02	0.006

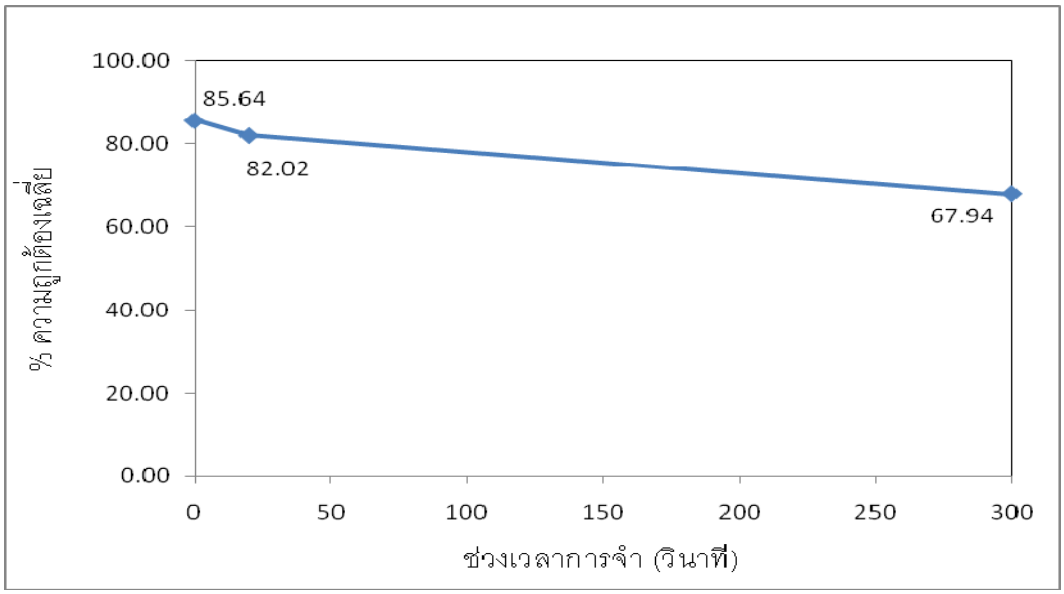
จากตารางที่ 4.8 พบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยระหว่างค่าสูงสุดและต่ำสุดไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาการจำ 0 กับ 20 วินาที แต่พบความแตกต่างของความจำระหว่างช่วงเวลาการจำ 0 กับ 300 และ 20 กับ 300 วินาที นั่นหมายความว่า ผู้สังเกตสามารถจดจำตัวอักษรได้ใกล้เคียงกันที่ช่วงความจำระยะสั้น แต่เมื่อช่วงเวลาการจำเปลี่ยนไปเป็น 300 วินาทีซึ่งเป็นช่วงความจำระยะยาวจะเห็นว่า ผู้สังเกตสามารถจำตัวอักษรได้ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baddeley [23] ได้ศึกษาพบว่า อัตราการจำลดลงเรื่อย ๆ เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้นหากข้อมูลที่จำไว้ไม่มีการทบทวน

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้นี้เกิดจากการรวมสองชุดทดสอบเข้าไว้ด้วยกันตามช่วงเวลาการจำ ดังนั้นในหัวข้อต่อไปจึงเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามชุดทดสอบ เพื่อหาผลของช่วงเวลาการจำที่มีต่อความสามารถในการจำต่อไป

4.2.2 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำชุดตัวเลข

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำสำหรับชุดตัวเลขคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขจากผู้สังเกต 30 คนและจากสีตัวอักษรทั้ง 9 สีที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ เขียนกราฟแสดงผลของช่วงเวลาการจำของชุดตัวเลขดังภาพที่ 4.6

จากภาพที่ 4.6 จะเห็นว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขจะลดลงเรื่อย ๆ จากมากไปน้อยที่ช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น 0, 20 และ 300 วินาทีตามลำดับ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยลดลงต่างกันเท่ากับ 3.62 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาการจำที่ 0 กับ 20 วินาที และจะลดลงต่างกันมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบที่ช่วงเวลาการจำ 20 กับ 300 วินาที ซึ่งมีค่าความแตกต่างเท่ากับ 14.07 และจะเห็นว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมีค่ามากสุดที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาทีทั้งนี้เนื่องจากเป็นการตอบตัวอักษรทันทีหลังจากที่ตัวอักษรหายไป



ภาพที่ 4.6 ผลของช่วงเวลาการจำของชุดตัวเลข

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขที่ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ สำหรับ

ชุดตัวเลข ที่ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้น พบว่า ค่า p-value เท่ากับ 0.000 น้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ ($P<0.05$) จึงยอมรับ H_1 คือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากช่วงเวลาการจำอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงทำการทดสอบต่อเป็นรายคู่เพื่อหาว่า คู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยใช้การทดสอบความแตกต่างแบบรายคู่ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำของชุดตัวเลข

ช่วงเวลาการจำแต่ละคู่ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา	p-value
0 : 20	3.62	0.367
0 : 300	17.70	0.000
20 : 300	14.07	0.000

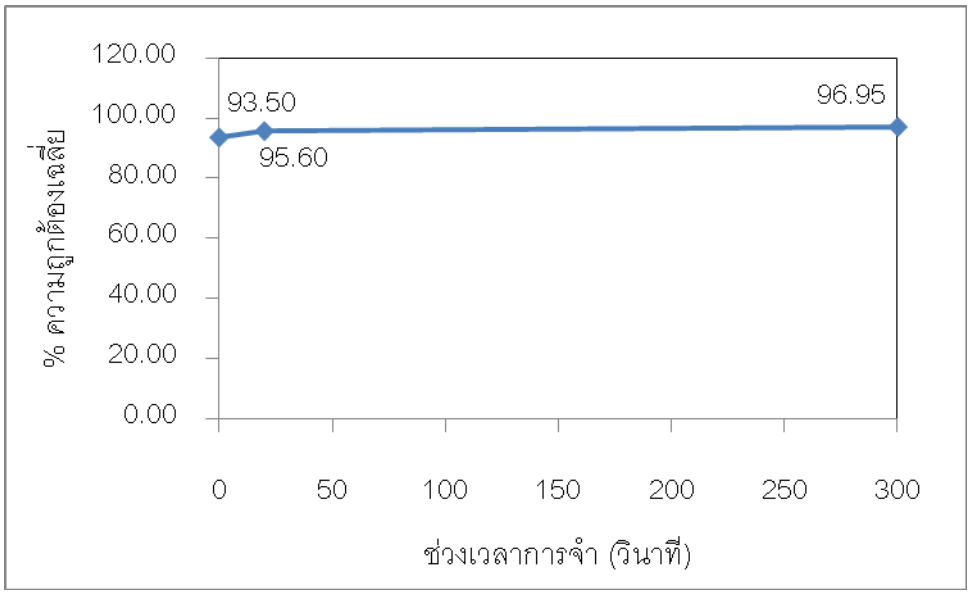
จากตารางที่ 4.9 พบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยที่ช่วงเวลาการจำระหว่าง 0 กับ 20 วินาทีไม่แตกต่างกัน แต่พบความแตกต่างของความจำระหว่างช่วงเวลาการจำ 0 กับ 300 และ 20 กับ 300 วินาที นั่นแสดงให้เห็นว่า ผู้สังเกตสามารถจดจำชุดตัวเลขได้ต่างกันตามประเภทของความจำคือ ความสามารถในการจำที่ช่วงความจำระยะสั้น (ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที) แตกต่างจากช่วงความจำระยะยาว (ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Baddeley [23] พบว่า หลังการเรียนรู้สิ่งใด ๆ หากไม่มีการทบทวน อัตราการจำจะลดลงเรื่อย ๆ และสอดคล้องกับทฤษฎีการลืมของ Ebbinghaus [25] ซึ่งพบว่า ยิ่งช่วงเวลาการเรียนรู้ถึงการดึงข้อมูลมาใช้ห่างกันเท่าใด โอกาสที่จะลืมก็ยิ่งมีมากขึ้น ดังนั้น เวลาจึงมีผลต่อการจำของมนุษย์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นี้เป็นผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำชุดตัวเลข ดังนั้น ในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลของช่วงเวลาการจำที่ต่างกันต่อความสามารถในการจำชุดคำ ซึ่งมีจำนวนข้อมูลที่ต้องจดจำมากกว่า

4.2.3 ผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำชุดคำ

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำสำหรับชุดคำคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดคำจากผู้สังเกต 30 คนและจากสีตัวอักษรทั้ง 9 สีที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ เขียนกราฟแสดงผลของช่วงเวลาการจำของชุดคำดังภาพที่ 4.7

จากภาพที่ 4.7 พบว่า ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดคำมีค่าใกล้เคียงกันสำหรับช่วงเวลาการจำ 0, 20 และ 300 วินาที โดยเมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น 20 วินาที ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 2.10 และจะเพิ่มขึ้นค่อนข้างคงที่เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้นจาก 20 เป็น 300 วินาทีจะเห็นว่า ค่าความแตกต่างเท่ากับ 1.36 และจะเห็นว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 วินาทีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุด และเมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ร้อยละความถูกต้องจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากคำมีความหมายทำให้สามารถเชื่อมโยงคำเป็นเรื่องราวต่าง ๆ ได้ทำให้สามารถจดจำได้ดีขึ้น เมื่อผู้สังเกตมีช่วงเวลาก่อนการเขียนตอบนานขึ้นก็มีโอกาสทบทวนคำจากเรื่องราวที่สร้างขึ้นเพื่อเชื่อมโยงคำเหล่านั้นเข้าด้วยกัน ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจึงเพิ่มขึ้น ถึงแม้ว่าต้องจดจำข้อมูลนานขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากหัวข้อ 4.1.4 (ผลของสีตัวอักษรตามช่วงเวลาการจำ) แต่ขัดแย้งกับผลของชุดตัวเลขตามช่วงเวลาการจำ (หัวข้อ 4.2.1)



ภาพที่ 4.7 ผลของช่วงเวลาการจำของชุดคำ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดคำที่ช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ สำหรับชุดคำที่ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้น ค่า p-value เท่ากับ 0.459 มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่ตั้งไว้ (α = 0.05) จึงยอมรับ H_0 คือ ช่วงเวลาการจำที่ต่างกันคือ 0, 20 และ 300 วินาทีแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทดสอบเพื่อดูความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยแบบรายคู่ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ค่าสถิติทดสอบผลของช่วงเวลาการจำต่อความจำของชุดคำ

ช่วงเวลาการจำแต่ละคู่ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา	p-value
0 : 20	2.10	0.446
0 : 300	3.46	0.198
20 : 300	1.36	0.646

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นได้ไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่า เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ผู้สังเกตสามารถจดจำชุดคำได้ค่อนข้างคงที่ ผลเป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะคำที่ใช้ในการทดลองเป็นคำที่มีความหมายทำให้ผู้สังเกตสามารถเชื่อมโยงคำเพื่อสร้างเรื่องราวต่าง ๆ ได้ทำให้แม้ว่าช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น แต่ผู้สังเกตยังคงจำชุดคำที่เป็นเรื่องราวนั้นได้ และผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของชูฤทธิ์ จิตวีระ [31] ที่แสดงให้เห็นว่า ตัวอักษรไทยที่มีสีแตกต่างกันทำให้ผลการรับรู้ตัวอักษรไทยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ และให้ผลเช่นเดียวกับงานวิจัยของวิชัย ภู่โยธิน [32] พบว่า การเรียนรู้คำที่แสดงด้วยสีต่าง ๆ ให้ผลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

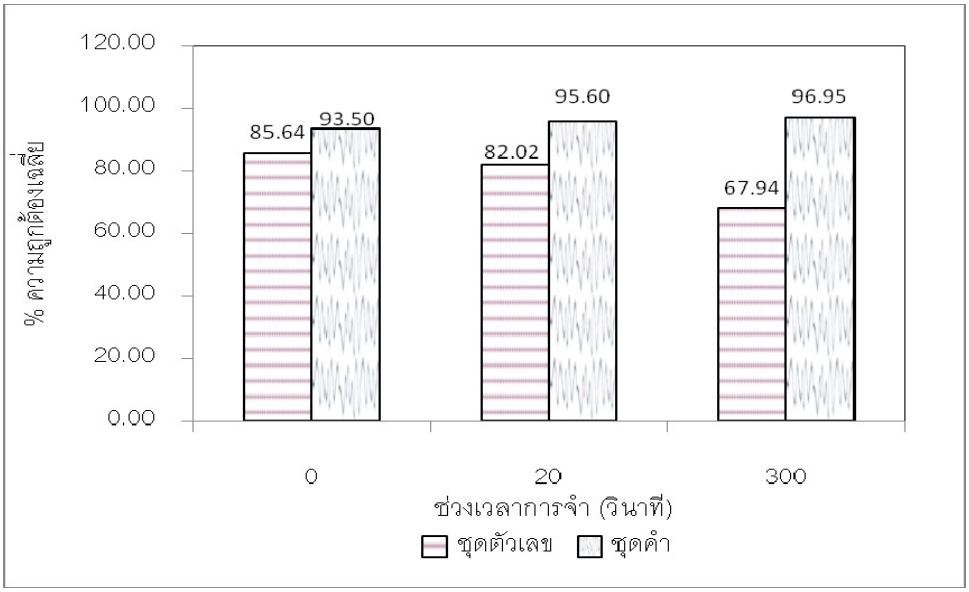
จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า จากการทดลองนี้ช่วงเวลาการจำส่งผลต่อความสามารถในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นในชุดตัวเลขและชุดคำแตกต่างกัน โดยในชุดตัวเลขจะเห็นว่า เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ความสามารถในการจำชุดตัวเลขได้ลดลง ส่วนชุดคำพบว่า ความสามารถในการจำชุดคำจะคงที่แม้ว่าช่วงเวลาการจำนานขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากชุดคำที่ใช้เป็นคำภาษาไทยที่มีความหมายทำให้ผู้สังเกตสามารถเชื่อมโยงคำเพื่อสร้างเรื่องราวต่าง ๆ ได้ทำให้แม้ว่าช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น แต่ผู้สังเกตยังคงจำชุดคำที่เป็นเรื่องราวนั้นได้ ขณะที่เมื่อเป็นชุดตัวเลข ถึงแม้ว่ามีจำนวนข้อมูลที่ต้องจำน้อยกว่า แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเข้าด้วยกัน จึงยากต่อการจดจำมากกว่า เมื่อเวลาผ่านไปส่งผลให้จดจำได้น้อยลง

อย่างไรก็ดีผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาการจำที่ต่างกันมีผลต่อความสามารถในการจำ แต่จากที่กล่าวมาข้างต้นชุดทดสอบที่ต่างกันเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการจำ ดังนั้น ในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำที่มีต่อความสามารถในการจำ

4.3 การเปรียบเทียบผลระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

4.3.1 ผลรวมความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขและชุดคำจากผู้สังเกต 30 คนและจากสีตัวอักษรทั้ง 9 สีในแต่ละช่วงเวลาการจำ เขียนกราฟเปรียบเทียบผลระหว่างชุดทดสอบที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ผลรวมความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.8 เมื่อเปรียบเทียบผลรวมความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำพบว่าเมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำเพิ่มขึ้น จะเห็นว่า ผู้สังเกตสามารถจำชุดตัวเลขได้ลดลงขณะที่ความสามารถในการจำชุดคำคงที่ ดังผลที่ได้ในการเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำ (หัวข้อ 4.2)

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขและชุดคำ โดยใช้สถิติทดสอบ t (independent-samples t-test) สมมติฐานทางการวิจัยคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยขึ้นกับตัวอย่างทดสอบในการทดสอบความจำที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ ของผู้ใหญ่วัยต้น แบ่งเป็น 3 ช่วงเวลาการจำ แสดงค่าในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าสถิติทดสอบของความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ความแตกต่างชุดตัวเลขกับชุดคำ	p-value
0	7.86	0.260
20	13.58	0.057
300	29.01	0.000

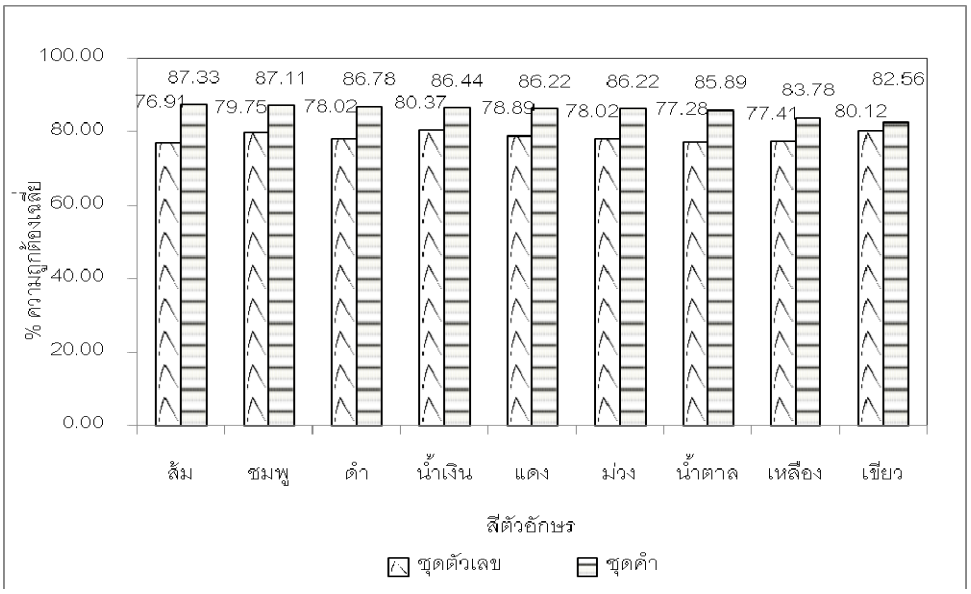
จากตารางที่ 4.11 พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขและชุดคำมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่เนื่องจากค่า p-value = 0.057 มีค่าเข้าใกล้ระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ (α=0.05) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ที่ช่วงความจำระยะสั้นคือ ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที ความสามารถในการจำระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำมีแนวโน้มแตกต่างกัน ผลของชุดตัวเลขและชุดคำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที (ช่วงความจำระยะยาว)

จากการวิเคราะห์ผลที่ได้นี้เกิดจากการรวมสีทั้งเก้าสีเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้น ในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามสีเก้าสีเพื่อดูผลของสีที่แตกต่างกันระหว่างสองชุดทดสอบ

4.3.2 ผลของสีตัวอักษรระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลของสีระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขและชุดคำในแต่ละสี จากผู้สังเกต 30 คนและช่วงเวลาการจำ 3 ช่วง เขียนกราฟเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษรแต่ละสีระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ แสดงดังภาพที่ 4.9 เรียงลำดับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยจากมากไปน้อยโดยยึดชุดคำเป็นหลัก

จากภาพที่ 4.9 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำพบว่า ในแต่ละสี ผู้สังเกตสามารถจดจำชุดคำได้มากกว่าชุดตัวเลข และจะเห็นว่า สำหรับชุดตัวเลข สีส้มมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 76.91 ซึ่งมีค่ามากสุดเท่ากับ 87.33 ในชุดคำ แสดงให้เห็นว่า ลำดับของสีระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำนั้นแตกต่างกัน ดังนั้น ผลของสีที่มีต่อชุดตัวเลขและชุดคำย่อมแตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.1.3 และ 4.1.4 ที่แสดงว่า ตัวเลขที่มีสีสดจะช่วยเพิ่มความสามารถในการจำได้ ในขณะที่ตัวอักษรสีดำหรือไม่ค่อยมีสีสันจะช่วยให้จดจำได้ดีกว่า



ภาพที่ 4.9 ผลร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของสีตัวอักษรเปรียบเทียบระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขและชุดคำในแต่ละสี 9 สี โดยใช้สถิติทดสอบ t (independent-samples t-test) สมมติฐานทางการวิจัยคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยขึ้นกับชุดทดสอบในแต่ละสีต่อความจำของผู้ใหญ่วัย ได้ผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรในแต่ละสีระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ

สีตัวอักษร	แดง	น้ำตาล	ส้ม	เหลือง	เขียว	ดำ	น้ำเงิน	ม่วง	ชมพู
ความแตกต่างระหว่างชุดคำกับชุดตัวเลข	7.33	8.60	10.42	6.37	2.43	8.75	6.07	8.20	7.36
p-value	0.017	0.005	0.000	0.042	0.599	0.006	0.055	0.004	0.009

จากตารางที่ 4.12 พบว่า โดยรวมการใช้สีที่แตกต่างกันสามารถช่วยจำชุดคำกับชุดตัวเลขแตกต่างกันโดยชุดคำจะได้คะแนนมากกว่าเสมอ ยกเว้นตัวอักษรที่แสดงด้วยสีเขียวและสีน้ำเงินให้ผลไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกณฑ์การให้คะแนนมีระดับความยากง่ายที่ต่างกันคือ ชุดตัวเลขให้คะแนนยากกว่าชุดคำกล่าวคือ สำหรับชุดตัวเลขจะได้ 1 คะแนนเมื่อตอบถูกครบทุกตำแหน่งขณะที่ชุดคำเมื่อสะกดคำได้ถูกต้องจะได้ 1 คะแนน โดยไม่ต้องเรียงลำดับคำตามที่ปรากฏ นอกจากนี้เวลาที่ใช้ดูชุดตัวเลขกับชุดคำก็แตกต่างกัน ชุดตัวเลขจะปรากฏให้ดูเพียง

5 วินาที ขณะที่ชุดคำจะปรากฏเป็นเวลา 1 นาที ผลของสีในการกระตุ้นให้เกิดการจำได้มากขึ้นจึงอาจแตกต่างกัน

นอกจากนี้ การใช้ชุดตัวเลขที่มีจำนวนตำแหน่งต่างกันหรือความมากน้อยของข้อมูลต่างกัน อาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความสามารถในการจำ ดังนั้น ในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลของตำแหน่งของชุดตัวเลขที่มีต่อความจำ

4.4 การเปรียบเทียบผลของตำแหน่งของชุดตัวเลข

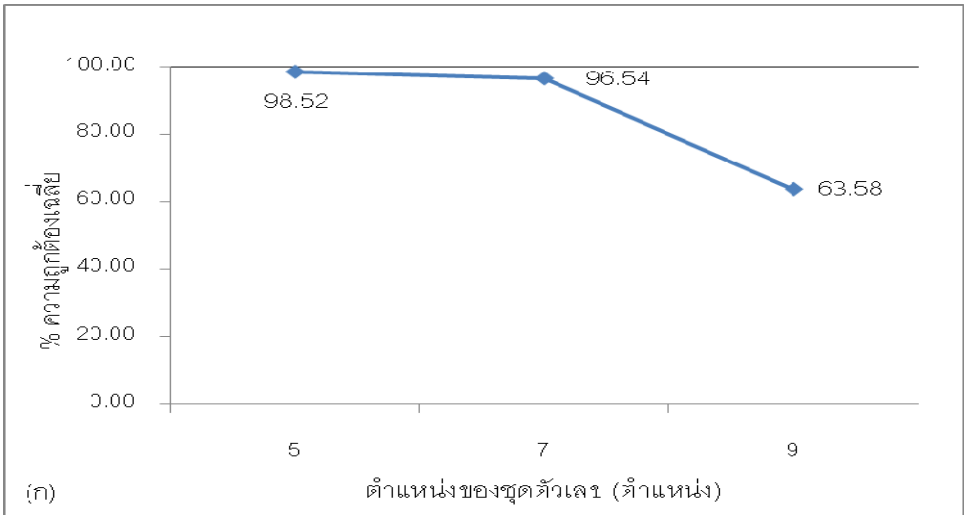
4.4.1 ผลรวมของตำแหน่งชุดตัวเลข

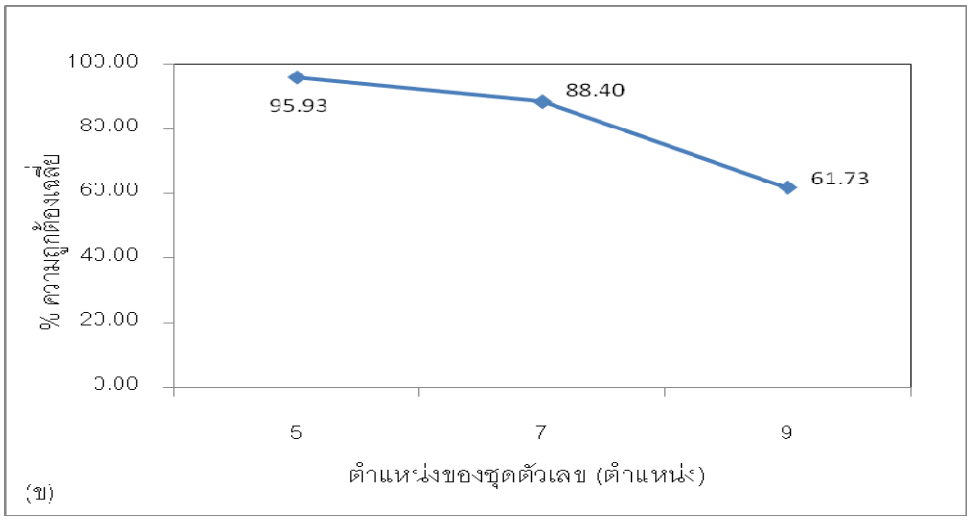
ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลระหว่างตำแหน่งของชุดตัวเลขคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขในแต่ละตำแหน่ง 5, 7 และ 9 จากผู้สังเกต 30 คนและจากสีตัวอักษรทั้ง 9 สีในแต่ละช่วงเวลาการจำ หาค่าเฉลี่ยของร้อยละความถูกต้อง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของชุดตัวเลขที่เปลี่ยนไปกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย การเปรียบเทียบแบ่งเป็น 3 ช่วงตามช่วงเวลาการจำ (ภาพที่ 4.10)

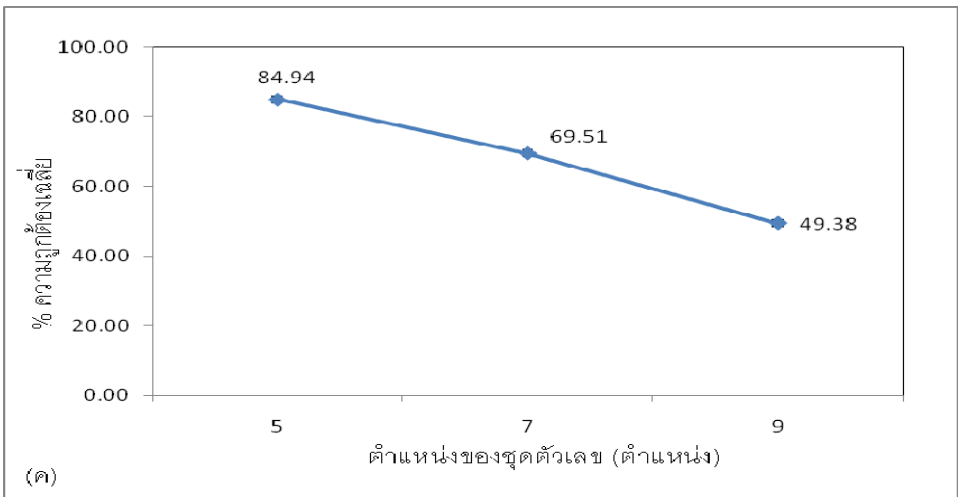
จากภาพที่ 4.10 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลข 5 และ 7 ตำแหน่งมีค่าใกล้เคียงกัน (98.52 กับ 96.54 และ 95.93 กับ 88.40 ตามลำดับ) และจะลดลงเมื่อชุดตัวเลขเป็น 9 ตำแหน่ง ส่วนที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมีค่าแตกต่างกันโดยจะลดลงตามจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขที่เพิ่มขึ้น

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยกับตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ต่างกันคือ 5, 7 และ 9 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ ตำแหน่งของชุดตัวเลขมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.13

จากตารางที่ 4.13 ที่ช่วงเวลาการจำ 0, 20 และ 300 วินาที ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขที่มีตำแหน่งต่างกันอย่างน้อย 1 คู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จึงทำการทดสอบต่อเป็นรายคู่เพื่อหาว่า คู่ใดบ้างที่แตกต่างกันโดยใช้การทดสอบความแตกต่างแบบรายคู่ ผลแสดงในตารางที่ 4.14







ภาพที่ 4.10 ผลของตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ต่างกันที่ช่วงเวลาการจำ
(ก) 0 วินาที (ข) 20 วินาที และ (ค) 300 วินาที

ตารางที่ 4.13 ค่าสถิติทดสอบของผลของตำแหน่งชุดตัวเลขแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
0	34.94	0.000
20	34.20	0.000
300	35.56	0.000

ตารางที่ 4.14 ค่าทดสอบแบบรายคู่ของผลรวมของตำแหน่งตัวเลขในแต่ละช่วงเวลาการจำ

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	คู่ตำแหน่ง	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
0	5:7	1.98	0.839
	5:9	34.94	0.000
	7:9	32.96	0.000
20	5:7	7.53	0.064
	5:9	34.20	0.000
	7:9	26.67	0.000
300	5:7	15.43	0.001
	5:9	35.56	0.000
	7:9	20.12	0.000

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ที่ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขระหว่าง 5 กับ 7 ตำแหน่งไม่แตกต่างกัน (p-value = 0.839 และ 0.064 ตามลำดับ) ขณะที่ชุดตัวเลขระหว่าง 7 กับ 9 และ 5 กับ 9 ตำแหน่งแตกต่างกัน นอกจากนี้ที่ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที ไม่ว่าจะเป็นชุดตัวเลขระหว่าง 5 กับ 7, 5 กับ 9 และ 7 กับ 9 ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบชุดตัวเลขในแต่ละคู่ตำแหน่งมีค่าแตกต่างกัน

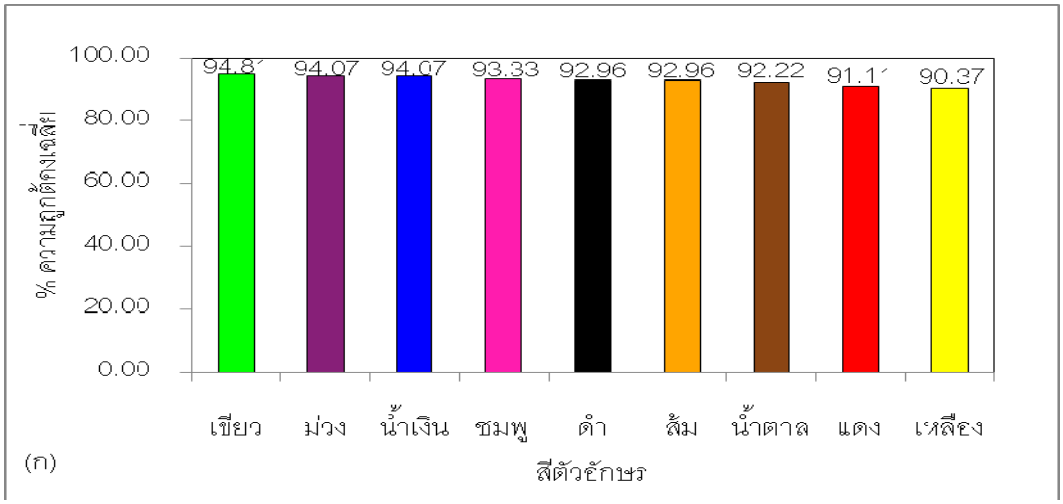
จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่า ตำแหน่งตัวเลขส่งผลต่อความสามารถในการจำชุดตัวเลข โดยเฉพาะในช่วงความจำระยะยาว โดยเมื่อจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการจำลดลง ซึ่งเป็นผลการทดลองที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lam [32] ที่ว่า เมื่อจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขมีมากขึ้น ผู้สังเกตจะจำชุดตัวเลขได้ลดลง นั่นคือ ความมากน้อยของข้อมูลมีผลต่อความสามารถในการจำ

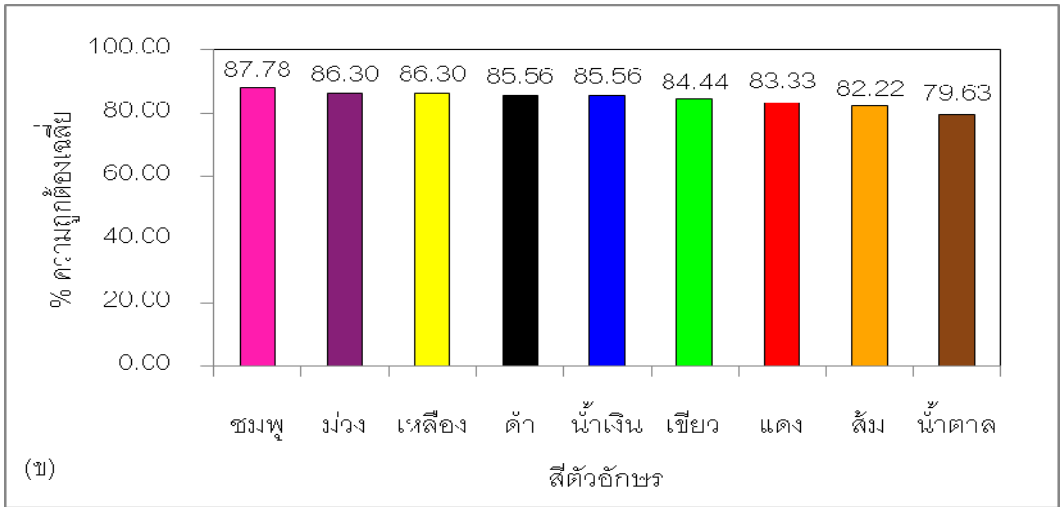
อย่างไรก็ดีผลที่ได้นี้เกิดจากการรวมสีทั้งเก้าสีของตัวเลขเข้าไว้ด้วยกันในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น ในหัวข้อต่อไปจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตามสีเก้าสีตามจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขเพื่อหาผลของสีที่มีต่อการช่วยเพิ่มความจำ

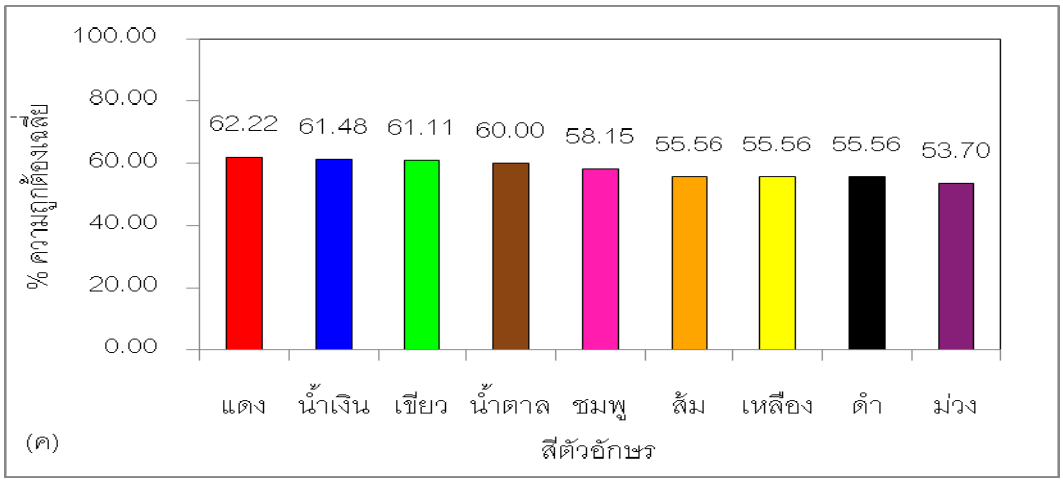
4.4.2 ผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลข

ข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบผลระหว่างตำแหน่งของชุดตัวเลขคือ ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของชุดตัวเลขในแต่ละตำแหน่ง 5, 7 และ 9 จากผู้สังเกต 30 คนและจากช่วงเวลาการจำ 3 ช่วงของแต่ละสี หาค่าเฉลี่ยของร้อยละความถูกต้อง เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของชุดตัวเลขที่เปลี่ยนไปกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย การเปรียบเทียบแบ่งตามตำแหน่งของชุดตัวเลข 5, 7 และ 9 (ภาพที่ 4.11)

จากภาพที่ 4.11 เมื่อเปรียบเทียบร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยในแต่ละสีของชุดตัวเลขที่ตำแหน่ง 5, 7 และ 9 พบว่า ภายในตำแหน่งชุดตัวเลขเดียวกัน ค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของแต่ละสีมีค่าใกล้เคียงกันจะเห็นว่า เมื่อชุดตัวเลขเป็น 5 ตำแหน่ง สีเขียวมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 94.81 และสีเหลืองมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 90.37 เมื่อชุดตัวเลขเป็น 7 ตำแหน่ง สีชมพูมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 87.78 และสีน้ำตาลมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 79.63 และเมื่อชุดตัวเลขเป็น 9 ตำแหน่ง สีแดงมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยมากสุดเท่ากับ 62.22 และสีม่วงมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 53.70 และพบว่า ลำดับของสีมีการเปลี่ยนแปลงไปต่างกันในแต่ละตำแหน่งชุดตัวเลข ผู้สังเกตสามารถจำชุดตัวเลขได้ลดลงเมื่อจำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขเพิ่มขึ้น ซึ่งในแต่ละตำแหน่งชุดตัวเลขมีค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดใกล้เคียงกัน







ภาพที่ 4.11 ผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลขที่ต่างกัน

(ก) 5 ตำแหน่ง (ข) 7 ตำแหน่ง และ (ค) 9 ตำแหน่ง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยกับตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ต่างกันคือ 5, 7 และ 9 โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว สมมติฐานทางการวิจัยคือ ตำแหน่งของชุดตัวเลขมีผลต่อความถูกต้องในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นที่ช่วงเวลาการจำต่าง ๆ ได้ผลดังตารางที่ 4.15

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ชุดตัวเลขที่มีตำแหน่งเดียวกัน สีตัวเลขทั้ง 9 สีช่วยจำได้ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งที่ตำแหน่งชุดตัวเลข 5, 7 และ 9 โดยสังเกตจากค่าความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด โดยความแตกต่างมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตำแหน่งชุดตัวเลขเพิ่มขึ้น จะเห็นว่า สีบางสีของชุดตัวเลขมีแนวโน้มช่วยในการจำได้แตกต่างกันเมื่อชุดตัวเลขมีจำนวนตำแหน่งต่างกัน

ตารางที่ 4.15 ค่าสถิติทดสอบผลของสีตัวอักษรต่อการจำตำแหน่งชุดตัวเลข

จำนวนตำแหน่งชุดตัวเลข	ความแตกต่างระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด	p-value
5	4.44	0.703
7	8.15	0.604
9	8.52	0.508

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสีของตัวอักษรที่มีต่อความจำของผู้ใหญ่วัยต้นในช่วงอายุ 20-30 ปี จากการทดสอบความจำด้วยชุดตัวเลขและชุดคำ ซึ่งสีตัวอักษรที่ใช้มี 9 สีคือ แดง, น้ำตาล, ส้ม, เหลือง, เขียว, ดำ, น้ำเงิน, ม่วงและชมพู โดยให้ผู้สังเกตจำชุดตัวเลขหรือชุดคำ หลังจากนั้นชุดตัวเลขหรือชุดคำหายไปให้ผู้สังเกตเขียนตอบชุดตัวเลขหรือชุดคำที่จำได้ทั้งหมดลงในกระดาษคำตอบ โดยมีช่วงเวลาการจำต่างกัน 3 ช่วงคือ 0, 20 และ 300 วินาที ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบความจำคือ คะแนนคำตอบที่ตอบถูกจากผู้สังเกต 30 คน นำค่าคะแนนที่ได้มาคำนวณหาร้อยละความถูกต้องแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และค่าความเปรียบต่างของความสว่างกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย วิเคราะห์ผลทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลของสีตัวอักษร

เมื่อเปรียบเทียบผลของสีตัวอักษรทั้ง 9 สีพบว่า สีที่ต่างกันสามารถช่วยจำตัวอักษรได้ใกล้เคียงกันในผู้ใหญ่วัยต้น แต่พบแนวโน้มผลของสีในการช่วยจำได้แตกต่างกันที่ช่วงความจำระยะสั้น (ช่วงเวลาการจำ 20 วินาที) โดยเฉพาะในชุดคำ (p-value = 0.129) และพบแนวโน้มของค่าความอิ่มตัวสีสัมพันธ์กับการเพิ่มความสามารถในการจำคือ เมื่อสีมีความอิ่มตัวสีเพิ่มขึ้นมีแนวโน้มช่วยจำตัวเลขได้ดีขึ้น ขณะที่ชุดคำจะมีแนวโน้มในการช่วยจำได้ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากชุดตัวเลข 1 ชุดปรากฏ 5 วินาที ดังนั้น การใช้สีที่สะดุดตานั่นคือ สีที่มีความอิ่มตัวหรือความสดสูงส่งผลให้สามารถกระตุ้นความรู้สึกและสามารถช่วยจำตัวเลขชุดนั้นได้ ขณะที่ชุดคำมีจำนวน 10 คำมากกว่าชุดตัวเลข และปรากฏเป็นเวลา 60 วินาที ดังนั้น สีที่มีความสดต่ำจะทำให้ผู้สังเกตอ่านง่ายส่งผลให้สีนั้นสามารถช่วยจดจำคำได้ดีขึ้น

5.1.2 ผลของช่วงเวลาการจำ

เมื่อเปรียบเทียบผลของช่วงเวลาการจำต่างกันคือ 0, 20 และ 300 วินาที จากการทดลองพบว่า ช่วงเวลาการจำส่งผลต่อความสามารถในการจำของผู้ใหญ่วัยต้นในชุดตัวเลขและชุดคำ

แตกต่างกันคือ เมื่อช่วงเวลาการจำเพิ่มขึ้น ความสามารถในการจำชุดตัวเลขลดลง ขณะที่ความสามารถในการจำชุดคำคงที่ เนื่องจากคำที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นคำภาษาไทยที่มีความหมายซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สามารถเชื่อมโยงคำและจินตนาการเป็นเรื่องราวต่าง ๆ ส่งผลให้สามารถจำชุดคำได้ และเมื่อสังเกตค่า p-value จะเห็นว่า ค่า p-value ที่ช่วงเวลาการจำระหว่าง 0 กับ 20 วินาที (0.613) ต่างจากค่า p-value ที่ช่วงเวลาการจำระหว่าง 0 กับ 300 และ 20 กับ 300วินาที (0.001และ 0.006 ตามลำดับ) นั่นแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการจำชุดตัวเลขและชุดคำในช่วงความจำระยะสั้น (ช่วงเวลาการจำ 0 และ 20 วินาที) แตกต่างจากช่วงความจำระยะยาว (ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที)

5.1.3 ผลของชุดทดสอบ

เมื่อเปรียบเทียบผลของความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำพบว่า การใช้สีที่แตกต่างกันสามารถช่วยจำชุดคำได้มากกว่าชุดตัวเลข ยกเว้นตัวอักษรสีเขียวและสีน้ำเงิน (p-value = 0.599 และ 0.055 ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกณฑ์การให้คะแนนของชุดคำง่ายกว่าชุดตัวเลขคือ ชุดคำให้คะแนนแยกตามคำซึ่งง่ายกว่าชุดตัวเลขที่ให้คะแนนเมื่อตอบถูกทุกตำแหน่งของชุดตัวเลขนั้น ๆ และลักษณะของคำที่ใช้ในการทดลองเป็นคำที่มีความหมายสามารถเชื่อมโยงคำได้ง่าย การจำชุดตัวเลขจึงยากกว่า ถึงแม้ว่ามีจำนวนข้อมูลที่ต้องจำน้อยกว่า ส่วนสีเขียวและสีน้ำเงินสามารถช่วยจำชุดตัวเลขและชุดคำได้ใกล้เคียงกัน (ความแตกต่างระหว่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำมีค่าเท่ากับ 1.43 และ 5.07 ตามลำดับ)

5.1.4 ผลของตำแหน่งของชุดตัวเลข

เมื่อเปรียบเทียบชุดตัวเลขซึ่งมีตำแหน่งต่างกันคือ 5, 7 และ 9 ตำแหน่งพบว่า ตำแหน่งที่ต่างกันของชุดตัวเลขส่งผลต่อความสามารถในการจำโดยเฉพาะช่วงความจำระยะยาว (ช่วงเวลาการจำ 300 วินาที) เมื่อตัวเลขมีจำนวนตำแหน่งมากขึ้น ความถูกต้องเฉลี่ยจะลดลงและลดลงอย่างมากเมื่อมีช่วงเวลาการจำนานขึ้น นอกจากนี้พบว่า การใช้สีที่แตกต่างกันมีแนวโน้มในการช่วยจำชุดตัวเลข 9 ตำแหน่ง

จากงานวิจัยนี้พบว่า แนวโน้มของสีที่ช่วยจดจำตัวเลขคือ สีที่มีความอิ่มตัวสูง ขณะที่สีที่มีความอิ่มตัวต่ำจะมีแนวโน้มในการช่วยจดจำชุดคำได้ดีขึ้น ทั้งนี้พบว่าอาจมีปัจจัยอื่นอาทิเช่น ช่วงเวลาการจำ ความแตกต่างระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำ จำนวนตำแหน่งของชุดตัวเลขที่ส่งผล

ต่อความสามารถในการจำ ดังนั้นในการออกแบบการทดลองจึงควรกำหนดสีจากค่าความอิ่มตัวสีและกำหนดปัจจัยอื่นให้เหมาะสม

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

1.ควรเพิ่มจำนวนผู้สังเกตเพื่อสามารถแสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี CIELAB และความเปรียบต่างของความสว่างกับร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยได้ชัดเจนขึ้น

2. การเลือกสีควรกำหนดตามค่าสี CIELAB หรือค่าความเปรียบต่างของความสว่างระหว่างตัวอักษรและพื้นหลังอาทิเช่น ค่าความอิ่มตัวสีที่แตกต่างกัน

3. การกำหนดเวลาดูชุดตัวเลขหรือชุดคำ ควรกำหนดให้เหมาะสมเพื่อให้สีสามารถกระตุ้นการตอบสนองของผู้สังเกตได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ส่วนชุดคำที่ใช้หากเป็นคำที่ไม่มีความหมายอาจช่วยแสดงผลของสีต่อความสามารถในการจำได้ชัดขึ้น

4. การให้คะแนนของชุดตัวเลขและชุดคำที่ต่างกัน ควรกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนระหว่างชุดตัวเลขและชุดคำให้มีระดับความยากง่ายไม่แตกต่างกันอาทิเช่น จากเดิมการให้คะแนนเมื่อตอบถูกทุกตำแหน่งได้ 1 คะแนนเปลี่ยนเป็นการให้คะแนนตามตำแหน่งของชุดตัวเลข หรือกำหนดให้คะแนนของชุดคำได้ 1 คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งการสะกดคำและตำแหน่งหรือลำดับการปรากฏของคำนั้น

รายการอ้างอิง

[1] Malacara, D. Colour Vision and Colorimetry : Theory and Applications. SPIE, 2002.

[2] Bodrogi, P., and Tarczali, T. Colour Memory for Various Sky, Skin, and Plant Colours: Effect of the Image Context. Color Research and Application 26, 4(2001): 278-289.

[3] Bodrogi, P., Tarczali, T., Park, D.S., and Kim, C.Y. Long-term Memory Colours of Korea and Hungarian Observers. Color Research and Application 31, 3 (2006): 176-183.

[4] Carpinell, J.P., Camps, V.J., and Trottini, M. Colour Memory in Children. Color Research and Application 33, 5(2008): 372-380.

[5] Fowler, R.L., and Barker, A.S. Effectiveness of Highlighting for Retention of Text Material. Journal of Applied Psychology 59, 3(1974): 358-364.

[6] Wyszecki, G., and Stiles, W.S. Colour Science Concepts and Methods, Quantitive Data and Formulae. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons, 2000.

[7] Office of Energy Effeciency. Lighting Reference Guide-Understanding the Theory. [online]. 2009. Available from : http://oee.nrcar.gc.ca/publications/equipment/lighting/section3.cfm?attr=0 [2009, April 20]

[8] พรทวี พึ่งรัศมี. เอกสารการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีก่อนพิมพ์, หน่วยที่ 7. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2549.

[9] ประดับ นาคแก้วและคณะ. แสงกับการมองเห็น. [online]. 2553. แหล่งที่มา: http://www.myfirstbrain.com/teacher_view.aspx?ID=49011 [2553, ธันวาคม 14]

[10] สุนทร นิศากร. สี:ทฤษฎีการผสมสีแบบบวกและทฤษฎีการผสมสีแบบลบ. [online]. 2547. แหล่งที่มา: http://nkw.ac.th/courseware/www.nectec.or.th/courseware/electrical/illumination/color.html [2553, พฤศจิกายน 30]

[11] Pascale, D. The RGB Code:The Mysteries of Colour Revealed. [online]. 2004. Available from : http://www.graphics.com/modules.php?name=Section&op=viewarticle&artid=151 [2009, November 8]

[12] Hoffmann, G. CIELAB Colour Space. [online]. 2009. Available from : http://www.fho-emden.de/~hoffmann/cielab03022003.pdf [2009, September 15]

[13] Schubert E.F. Light Emitting Diodes. [online]. 2008. Available from : http://www.ecse.rpi.edu/~schubert/Light-Emitting-Diodes-dot-org/chap17/chap17.html [2010, October 2]

[14] พรทวี พึ่งรัศมี และ มิตซูโอะ อิเคดะ. สีและการเห็นสี. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

[15] Berns, R.S. Principles of Colour Technology. 3th ed., New York: John Wiley and Sons, 2000.

[16] Adobe Systems Incorporated. Colour Models: CIE LAB. [online]. 2008. Available from : http://dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/cielab.html [2008, October 15]

[17] MacIntyre, B., and William, B.C. A Practical Approach to Calculating Luminance Contrast on a CRT. [online]. 1994. Available from: [2010, March 6]

[18] Legge, G.E., Parish, D.H. et al. Psychophysics of Reading. XI. Comparing Colour Contrast and Luminance Contrast. Journal of Optic Society of America 7, 10(1990): 2002-2010.

[19] McNeil,l N.B. Colour and Colour Terminology. Journal of Linguistics 8, 1(1972): 21-33.

[20] ซูฟียา เจะอารง. การเชื่อมโยงสีกับสภาวอารมณ์ของวัยรุ่นตอนปลายและผู้ใหญ่ตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาพัฒนาการ คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547.

[21] สุภวรรณ พันธุ์จันทร์. สีกับอารมณ์ความรู้สึก. [online]. 2007. แหล่งที่มา: http://www.nana-bio.com/image%20web2/nana%20story/color.html [2010, January 30]

[22] Friedenberg, J., and Silverman, G. Cognitive Science : An Introduction to the Study of Mind. U.S.A.: Sage Publications, 2006.

[23] Baddeley, A. Human Memory : Theory and Practice. Revised Ed. Canada and the U.S.A.: Allyn and Bacon, 1998.

[24] Miller, G.A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two:Some Limits on Our Capacity for Processing Information. Psychological Review 63(1956): 81-97.

[25] Ebbinghaus, H. Memory: A contribution to experimental psychology. New York: Dover, 1885.

[26] Huchendorf L. The effects of colour on memory. UW-L Journal of Undergraduate Research 10(2007): 1-4.

[27] Gilgour S.R. Highlighting the Colour of Memory. Missouri Western State University. [online]. 2005. Available from : http://clearinghouse.missouriwestern. edu/manuscripts/294.php [2009, March 21]

[28] Sleeth W.M. The Use of Col/our to Increase Memorization. Missouri Western State University. [online]. 2006. Available from : http://clearinghouse.missouri western.edu/manuscripts/480.php [2009, March, 12]

[29] Walsh, K.J. RGB to Colour Name Reference. [online]. 2007. Available from : http://web.njit.edu/~kevin/rgb.pdf [2010, May 20]

[30] ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

[31] ชูฤทธิ์ จิตวีระ. ผลการรับรู้แบบและสีของตัวอักษรไทยในระดับประถมศึกษา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

[32] วิชัย ภู่โยธิน. ผลของคำต่างสีที่มีต่อการเรียนรู้ในระดับประถมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.

[33] Lam, H.K. Digit Span Memory. Departmant of Cognitive Science, University of California at Irvine. [online]. 2005. Available from : http://www.scribd.com /22675273/Digit-Span--Memory-HauKei. [2009, August 15]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าสีที่ใช้ในการทดสอบ

ตารางที่ ก-1 ค่าสีพื้นหลังที่วัดได้ในแต่ละตำแหน่ง

ตำแหน่งที่	L (cd/m^2)	x	y
1	25.96	0.3188	0.3465
2	25.95	0.3185	0.3463
3	25.96	0.3188	0.3465
4	25.97	0.3189	0.3466
5	25.96	0.3188	0.3465
เฉลี่ย	25.96	0.3188	0.3465

ตารางที่ ก-2 ค่าสีของชุดตัวเลข

ค่าสี	R	G	B	L (cd/m^2)	x	y	L*	a*	b*	C*	h_{ab}	luminance contrast
สีแดง	255	0	0	6.84	0.5620	0.3535	58.37	64.07	48.21	80.18	36.96	26.29
สีน้ำตาล	139	69	19	3.10	0.4197	0.3756	41.10	16.47	17.10	23.74	46.07	41.74
สีส้ม	255	165	0	12.70	0.4651	0.4267	75.40	22.88	56.69	61.13	68.02	14.02
สีเหลือง	255	255	0	21.15	0.4237	0.4776	92.34	-5.66	75.08	75.29	94.31	3.98
สีเขียว	0	255	0	15.25	0.3235	0.5486	81.15	-57.70	63.20	85.58	132.40	10.41
สีดำ	0	0	0	0.95	0.3017	0.3283	22.46	-0.05	-3.50	3.50	269.11	63.31
สีน้ำเงิน	0	0	255	5.60	0.1767	0.1690	53.57	13.10	-70.60	71.80	280.51	30.23
สีม่วง	135	31	120	3.23	0.28397	0.2188	41.93	30.34	-32.96	44.80	312.63	40.91
สีชมพู	255	28	174	9.29	0.3562	0.2417	66.35	60.36	-28.22	66.63	334.94	20.23
สีขาว	255	255	255	25.96	0.3188	0.3465	100	0	0	0		

ตารางที่ ก-3 ค่าสีของชุดคำ

ค่าสี	R	G	B	L (cd/m^2)	x	y	L*	a*	b*	C*	h_{ab}	luminance contrast
สีแดง	255	0	0	6.63	0.5523	0.3535	57.60	61.22	44.29	75.56	35.89	26.90
สีน้ำตาล	139	69	19	3.23	0.4238	0.3803	41.89	16.46	18.87	25.04	48.90	40.96
สีส้ม	255	165	0	12.76	0.4631	0.4309	75.54	20.98	57.80	61.49	70.05	13.93
สีเหลือง	255	255	0	20.79	0.4243	0.4784	91.72	-5.64	75.22	75.43	94.29	4.32
สีเขียว	0	255	0	14.90	0.3238	0.5505	80.40	-57.57	63.43	85.66	132.23	10.87
สีดำ	0	0	0	0.85	0.2999	0.3265	21.06	-0.07	-3.72	3.72	268.85	65.21
สีน้ำเงิน	0	0	255	5.44	0.1758	0.1675	52.90	13.34	-70.69	71.94	280.68	30.80
สีม่วง	135	31	120	3.00	0.2837	0.2169	40.51	30.30	-32.71	44.59	312.82	42.34
สีชมพู	255	28	174	9.21	0.3517	0.2391	66.11	59.94	-29.75	66.92	333.61	20.41
สีขาว	255	255	255	25.96	0.3188	0.3465	100.00	0	0	0		

ตารางที่ ก-4 สีสันที่ใช้ทดสอบ

ค่าสี	R	G	B	L (cd/m^2)	x	y	L*	a*	b*	C*	h_{ab}	luminance contrast
สีแดง	255	0	0	6.74	0.5571	0.3535	57.98	62.64	46.25	77.87	36.42	26.60
สีน้ำตาล	139	69	19	3.16	0.4217	0.3779	41.50	16.46	17.98	24.39	47.49	41.35
สีส้ม	255	165	0	12.73	0.4641	0.4288	75.47	21.93	57.24	61.31	69.04	13.98
สีเหลือง	255	255	0	20.97	0.4240	0.4780	92.03	-5.65	75.15	75.36	94.30	4.15
สีเขียว	0	255	0	15.08	0.3236	0.5495	80.77	-57.64	63.32	85.62	132.31	10.63
สีดำ	0	0	0	0.90	0.3008	0.3274	21.76	-0.06	-3.61	3.61	268.98	64.26
สีน้ำเงิน	0	0	255	5.52	0.1763	0.1682	53.23	13.22	-70.64	71.87	280.60	30.52
สีม่วง	135	31	120	3.12	0.2839	0.2179	41.22	30.32	-32.83	44.69	312.72	41.62
สีชมพู	255	28	174	9.25	0.3539	0.2404	66.23	60.15	-28.98	66.77	334.27	20.32
สีขาว	255	255	255	25.96	0.3188	0.3465	100	0	0	0		

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างชุดทดสอบความจำ

ตารางที่ ข-1 ชุดตัวเลข

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ข้อที่	สีที่ 1			สีที่ 2			สีที่ 3		
		5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง
0	1	15079	3157206	962841307	64192	0461829	639705842	80461	2075841	805391427
	2	62748	4268395	083615279	80715	7593602	720385916	29150	9263504	417926835
	3	59136	7591480	395024168	49637	3825174	041527368	48375	3817496	163704958
20	1	61974	9184726	152639708	85716	3708619	681350729	08493	8570364	740639528
	2	50829	0259631	840571629	93140	2069485	193746280	61527	3802917	038492715
	3	48603	8307514	631802974	72835	7425931	057924136	42605	1694275	913750862
300	1	91503	5273608	375194206	84629	4719586	702964835	06839	8264173	059168273
	2	28359	2407591	408631759	03157	3627048	381526049	71526	5039746	813074926
	3	72641	0396184	164925038	92506	6052931	869130574	94085	9518402	172536048

ตารางที่ ข-1 ชุดตัวเลข (ต่อ)

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ข้อที่	สีที่ 4			สีที่ 5			สีที่ 6		
		5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง
0	1	25164	8053146	839614257	70625	1572608	605928374	84169	3851946	813602957
	2	79208	5270869	158640792	46851	2035964	394085261	36205	9317082	680519742
	3	31849	9428371	427931680	02937	8497513	628413795	71824	4063527	729485361
20	1	41285	5179406	619352470	96147	1836297	952730846	37582	4805917	268170495
	2	60573	6842531	260415937	30591	0469358	508174263	60314	9351602	470539628
	3	19748	0593827	485079163	48275	3174205	493516072	79625	8263074	852406371
300	1	07425	6319284	813604295	31928	2605791	472950816	03517	2938570	936804751
	2	14083	2573940	250738649	42607	6318047	397028641	92608	5863149	584193027
	3	75916	8502617	597148026	85136	1493582	048371925	31475	0417296	172950863

ตารางที่ ข-1 ชุดตัวเลข (ต่อ)

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	ข้อที่	สีที่ 7			สีที่ 8			สีที่ 9		
		5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง	5 ตำแหน่ง	7ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง
0	1	96375	1936827	170685924	17528	2613079	638407192	75283	6079428	430586291
	2	17042	9571480	629473051	58396	1485960	379681405	40869	0258613	618497520
	3	59486	2640539	538192647	30614	5394281	947536028	53172	4715396	592638417
20	1	58164	1849702	581694072	48612	6153728	038257964	95836	2706495	749685130
	2	71309	7296053	035247186	92570	7506491	816594073	72918	0351684	925841706
	3	29735	2583614	792831504	73149	0428639	149683520	13740	8247319	804926371
300	1	71539	6081374	592086413	80472	5792681	295073864	48316	3795160	850371964
	2	24081	0493526	263159704	51639	9385074	351847206	75962	2849705	639185207
	3	50647	3829157	817530296	29583	6152403	702539614	19205	9138624	304726159

ตารางที่ ข-2 ชุดคำ

ชุดคำที่	ชื่อหมวดคำ									
	ประเทศ	สถานที่	สัตว์	เครื่องใช้	อวัยวะ	กีฬา	จังหวัดในไทย	เครื่องแต่งกาย	อาชีพ	อุปกรณ์ในสำนักงาน
1	อเมริกา	โรงแรม	นกฮูก	พัดลม	ข้อมือ	ยกน้ำหนัก	เชียงใหม่	เสื้อคลุม	นักการเมือง	ดินสอ
2	เวียดนาม	ห้องสมุด	สุนัข	ตู้เย็น	นิ้วโป้ง	ยิงธนู	หนองคาย	ผ้าขาวม้า	หมอฟัน	ปากกา
3	ดูไบ	ภูเขา	อึ่งอ่าง	เตารีด	หัวไหล่	มวยไทย	ลำปาง	กางเกง	คนขับรถ	โต๊ะทำงาน
4	เนปาล	ห้องครัว	เสือดาว	เครื่องดูดฝุ่น	หน้าผาก	วิ่งแข่ง	กรุงเทพ	กระดุม	พ่อค้า	คอมพิวเตอร์
5	มาเลเซีย	ร้านซักรีด	กระต่าย	ผ้าปูโต๊ะ	ข้อศอก	ว่ายน้ำ	ร้อยเอ็ด	เข็มกลัด	หมอดู	ยางลบ
6	อิตาลี	แม่น้ำ	สิงโต	หม้อหุงข้าว	ผิวหนัง	เทนนิส	ชลบุรี	ถุงเท้า	ช่างซ่อมรถ	เก้าอี้
7	สเปน	โรงเรียน	ไส้เดือน	ถุงผ้า	หัวใจ	ฟุตบอล	ระยอง	ผ้าพันคอ	กรรมกร	คัตเตอร์
8	เปรู	ร้านกาแฟ	ม้าลาย	โทรทัศน์	สะโพก	ตะกร้อ	ชัยนาท	รองเท้า	นักบิน	สมุดฉีก
9	กัมพูชา	ทะเล	กิ้งกือ	วิทยุ	หน้าอก	ฟันดาบ	สงขลา	เสื้อชั้นใน	ภารโรง	ปฏิทิน
10	สวีเดน	โรงอาหาร	ผีเสื้อ	เครื่องเสียง	เส้นเลือด	ยูโด	ชุมพร	กระโปรง	คนสวน	หนังสือ
11	อังกฤษ	อาคาร	ชะนี	ปลอกหมอน	สมอง	กระโดดไกล	ภูเก็ต	แว่นตา	อาจารย์	กาวน้ำ
12	ไต้หวัน	ห้องน้ำ	ค้างคาว	ทัพพี	ตับอ่อน	รักบี้	ลพบุรี	สร้อยข้อมือ	พ่อครัว	โทรศัพท์
13	ชิลี	โรงไฟฟ้า	เต่าทอง	ไม้กวาด	นิ้วนาง	ขี่ม้า	สระแก้ว	ต่างหู	นักดนตรี	แฟ้มเอกสาร
14	บราซิล	สวนสนุก	นกแก้ว	กระจก	ลำไส้เล็ก	ขว้างจักร	ลำพูน	เสื้อยืด	ช่างตัดผม	ไม้บรรทัด

ตารางที่ ข-2 ชุดคำ (ต่อ)

ชุดคำ	ชื่อหมวดคำ									
ที่	ประเทศ	สถานที่	สัตว์	เครื่องใช้	อวัยวะ	กีฬา	จังหวัดในไทย	เครื่องแต่งกาย	อาชีพ	อุปกรณ์ในสำนักงาน
15	อินเดีย	สะพาน	กระรอก	กาต้มน้ำ	ไส้ติ่ง	โบว์ลิ่ง	กำแพงเพชร	ถุงมือ	ทหาร	กรรไกร
16	เคนย่า	ธนาคาร	งูจงอาง	เตาอบ	โหนกแก้ม	กระโดดน้ำ	เชียงราย	เข็มขัด	แม่บ้าน	นาฬิกา
17	บรูไน	ศูนย์การค้า	ตะขาบ	ไฟฉาย	นิ้วชี้	เบสบอล	ระนอง	ชุดว่ายน้ำ	นักร้อง	ถังขยะ
18	ตุรกี	บ้านพัก	ปลาดาว	หมอนข้าง	กล่องเสียง	แข่งรถ	พังงา	ยางมัดผม	ช่างปั้น	ลิ้นชัก
19	รัสเซีย	สนามบิน	แมวน้ำ	ผ้าม่าน	กระดูก	ยิงปืน	ขอนแก่น	เสื้อกันฝน	จิตรกร	แจกัน
20	พม่า	สำนักงาน	นกขุนทอง	ตะเกียบ	นิ้วเท้า	ปีนเขา	สระบุรี	ที่คาดผม	นักเรียน	รูปภาพ
21	เกาหลี	น้ำตก	แมงมุม	กุญแจ	หลอดอาหาร	ดำน้ำ	สตูล	กำไล	ขอทาน	เครื่องคิดเลข
22	อิรัก	ร้านอาหาร	จิ้งจก	โคมไฟ	กล้ามเนื้อ	เปตอง	อ่างทอง	สร้อยคอ	นางแบบ	ซองจดหมาย
23	ฟินแลนด์	โรงงาน	นกยูง	เตียงนอน	ลำไส้ใหญ่	วิ่งผลัด	พิจิตร	เสื้อกล้าม	นักแสดง	กระดาษ
24	ฮ่องกง	สวนสัตว์	กระทิง	ไม้ถูพื้น	ซี่โครง	กระโดดสูง	ยะลา	กางเกงใน	ตำรวจ	ตรายาง
25	ญี่ปุ่น	ร้านตัดเสื้อ	ปลาหมึก	ไขควง	หลอดลม	มวยปล้ำ	ราชบุรี	กระเป๋าถือ	พยาบาล	เทปกาว
26	อียิปต์	ท่าเรือ	ม้าน้ำ	ตู้เสื้อผ้า	หัวเข่า	ปิงปอง	สุโขทัย	ผ้าถุง	ทนายความ	กล่องดินสอ
27	อิหร่าน	ลานจอดรถ	จิงโจ้	กระถาง	เส้นเอ็น	เรือพาย	เพชรบุรี	เสื้อกันหนาว	ช่างภาพ	ตู้เอกสาร

ตารางที่ ข-3 ชุด Training ชุดตัวเลข

ช่วงเวลาการจำ (วินาที)	5 ตำแหน่ง	7 ตำแหน่ง	9 ตำแหน่ง
0	93715	2817539	395206481
20	73051	2407519	391425706
300	60183	3157206	592731680

ตารางที่ ข-4 ชุด Training ชุดคำ

ชุดคำที่	ชื่อหมวดคำ									
	ประเทศ	สถานที่	สัตว์	เครื่องใช้	อวัยวะ	กีฬา	จังหวัดในไทย	เครื่องแต่งกาย	อาชีพ	อุปกรณ์ในสำนักงาน
1	ทิเบต	ทุ่งหญ้า	ปลากัด	ผ้าห่ม	นิ้วกลาง	เครื่องร่อน	พะเยา	ที่ปิดหู	ผู้จัดการ	เทปใส
2	ลิเบีย	อู่ซ่อมรถ	หอยขม	ตะกร้า	จมูก	ตกปลา	ปัตตานี	เส้นด้าย	ช่างไม้	เชือกฟาง
3	โอมาน	สถานี	กิ้งก่า	มุ้งลวด	รักแร้	เต้นรำ	พัทลุง	เข็มกลัด	นายหน้า	โทรสาร

ภาคผนวก ค

กระดาษคำตอบของชุดทดสอบ

ตารางที่ ค-1 กระดาษคำตอบสำหรับชุดตัวเลข

ชุดตัวเลข

ชื่อ_____ ชุดที่ ____

_

อายุ ____ ปี เพศ ชาย/หญิง สีที่ชอบ

Code _____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

Code _____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

Code_____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

Code _____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

Code _____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

Code _____

วันที่_____เวลา _____

ข้อ	คำตอบ	คะแนน
1		
2		
3		
	รวม	

ตารางที่ ค-2 กระดาษคำตอบสำหรับชุดคำ

ชุดคำ

ชื่อ_____ _____ เพศ _____ อายุ ปี

_ _

สีที่ชอบ ชุดที่

วินาที สี วันที่ เวลา			วินาที สี วันที่ เวลา			วินาที สี วันที่ เวลา		
คำที่	คำ	คะแนน	คำที่	คำ	คะแนน	คำที่	คำ	คะแนน
1			1			1		
2			2			2		
3			3			3		
4			4			4		
5			5			5		
6			6			6		
7			7			7		
8			8			8		
9			9			9		
10			10			10		
รวม			รวม			รวม		

ภาคผนวก ง
ร้อยละความถูกต้องของชุดตัวเลขและชุดคำ

ตารางที่ ง-1 ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยสำหรับการทดสอบความจำด้วยชุดตัวเลข

ช่วงเวลาการจำ	ตำแหน่ง	แดง	น้ำตาล	ส้ม	เหลือง	เขียว	ดำ	น้ำเงิน	ม่วง	ชมพู	รวม
0 วินาที	5	97.78	96.67	97.78	94.44	100.00	98.89	96.67	97.78	100.00	97.78
	7	96.67	93.33	93.33	97.78	95.56	98.89	93.33	94.44	98.89	95.80
	9	68.89	64.44	57.78	61.11	64.44	60.00	67.78	64.44	61.11	63.33
	รวม	87.78	84.81	82.96	84.44	86.67	85.93	85.93	85.56	86.67	85.64
2 0 วินาที	5	96.67	94.44	95.56	93.33	94.44	96.67	96.67	97.78	97.78	95.93
	7	86.67	85.56	82.22	86.67	90.00	91.11	88.89	90.00	94.44	88.40
	9	62.22	72.22	54.44	57.78	66.67	62.22	62.22	53.33	64.44	61.73
	รวม	81.85	84.07	77.41	79.26	83.70	83.33	82.59	80.37	85.56	82.02
300 วินาที	5	78.89	85.56	85.56	83.33	90.00	83.33	88.89	86.67	82.22	84.94
	7	66.67	60.00	71.11	74.44	67.78	66.67	74.44	74.44	70.00	69.51
	9	55.56	43.33	54.44	47.78	52.22	44.44	54.44	43.33	48.89	49.38
	รวม	67.04	62.96	70.37	68.52	70.00	64.81	72.59	68.15	67.04	67.94
รวม		78.89	77.28	76.91	77.41	80.12	78.02	80.37	78.02	79.75	

ตารางที่ ง-2 ร้อยละความถูกต้องสำหรับการทดสอบความจำด้วยชุดคำ

ช่วงเวลาการจำ	แดง	น้ำตาล	ส้ม	เหลือง	เขียว	ดำ	น้ำเงิน	ม่วง	ชมพู	รวม
0 วินาที	83.67	85.33	86.00	82.00	83.00	80.33	85.33	85.33	86.33	84.15
20 วินาที	83.33	84.67	89.00	84.67	81.00	92.33	86.00	84.33	89.00	86.04
300 วินาที	88.67	84.67	84.00	81.67	80.67	84.67	85.00	86.00	83.00	84.26
รวม	85.22	84.89	86.33	82.78	81.56	85.78	85.44	85.22	86.11	

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุรนัชชา ลาภพูลธนะอนันต์ เกิดเมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต จากภาควิชาเทคโนโลยีวัสดุภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ในปีการศึกษา 2549 และเข้าทำงานที่บริษัท ไลฟ์ ซาย คอสเมติกส์ จำกัด ในปี พ.ศ. 2550-2552 ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่วิจัยและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ และบริษัท เอสเอสแอล อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ในปี พ.ศ. 2552 หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2552