

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุนเพื่อประยุกต์ใช้ใน
การรู้จำใบหน้ามนุษย์

THE STUDY OF THE LOOKING OFF EFFECT AND ITS
FEASIBILITY IN FACE RECOGNITION



H006585



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน, เดือน, ปี.....

06585

27 ก.พ. 2555

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**THE STUDY OF THE LOOKING OFF EFFECT AND ITS
FEASIBILITY IN FACE RECOGNITION**

NUTTHIKA RATTANAKORNKUL



**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KINGMONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2/2010



COPYRIGHT 2011

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2553

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุนเพื่อประยุกต์ใช้ในการ
รู้จำ ใบหน้ามนุษย์

THE STUDY OF THE LOOKING OFF EFFECT AND ITS
FEASIBILITY IN FACE RECOGNITION

ผู้จัดทำ

นางสาวนิจา รัตนกรกุล รหัสนักศึกษา 49070053

น.ล. ประมัญญ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.นล. ประมัญญ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการ	การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุนเพื่อประยุกต์ใช้ในการ รู้จำใบหน้ามนุษย์	
นักศึกษา	นางสาวนิจา รัตนกรกุล	รหัสนักศึกษา 49070053
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2553	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.นล เปรมย์เชิธร	

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาปรากฏการณ์การมองเห็นตำแหน่งของวัตถุในภาพเปลี่ยนไปเมื่อวัตถุกำลังหมุนอยู่ที่ตำแหน่งเดิม (Looking Off Effect) โดยทดสอบว่าปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อปรากฏการณ์นี้ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงระยะทางระหว่างภาพสองมิติและภาพสามมิติว่าส่งผลต่อการรับรู้ตำแหน่งของวัตถุในภาพอย่างไร นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของวัตถุที่คล้ายใบหน้าที่กับวัตถุรูปร่างอื่น และทดลองความแตกต่างระหว่างการหมุนด้วยภาพสองมิติและสามมิติว่าแบบใดจะทำให้เกิดการรับรู้ตำแหน่งที่เปลี่ยนไปมากกว่ากัน

Title	The Study of The Looking Off Effect And its feasibility in face recognition		
Student	Miss Nutthika Rattanakornkul	Student ID	49070053
Degree	Bachelor of Science		
Program	Information Technology		
Year	2010		
Advisor	Dr.Nol Premasathian		

ABSTRACT

This project studies the Looking Off Effect, the change of the perceived image due to the rotation of a stationary object. This is done by finding factors that contribute to the effect. First, the relation between the distance from the 2D image to the 3D image and the perceived location of the image is tested. The result for face-like objects is compared with the result of other objects. The changes of the perceived image due to the rotation when the image is 2D and 3D are also compared.

II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ และโครงการเรื่องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุน เพื่อการประยุกต์ใช้ในการรู้จำใบหน้ามนุษย์ สามารถประสบความสำเร็จด้วยดีจากความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆท่าน รวมถึงการได้รับคำแนะนำที่แนะที่เป็นประโยชน์ต่อ โครงการนี้ ซึ่งผู้เขียนใคร่ขอแสดงความระลึกถึงบุคคลสำคัญผู้อยู่เบื้องหลังความสำเร็จดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณพ่อและคุณแม่ที่คอยเป็นห่วงเป็นใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญ แนะนำ ข้าพเจ้าให้เดินไปในทางที่ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่อยู่ใน Shioiri Lab ไม่ว่าจะเป็นอาจารย์ รุ่งพี เพื่อนและเจ้าหน้าที่ ชุรการ ที่ให้ความเมตตาและกรุณาตลอดเวลา แนะนำ ให้คำปรึกษาในทุกๆเรื่อง และอยู่เป็นเพื่อนเสมอ เวลาต้องการกำลังใจ

ขอบคุณคณะอาจารย์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ซึ่งได้นำความรู้เหล่านี้มาเป็นพื้นฐานในการทำ โครงการนี้ และที่สำคัญขอบคุณสำหรับโอกาสที่ทำให้ข้าพเจ้าได้เดินออกสู่โลกกว้าง
สุดท้ายนี้ขอบคุณกำลังใจที่ได้รับเสมอจากเพื่อนๆทุกคน

นิจิกา รัตนารกุล

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ขั้นตอนของการศึกษา	2
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงการ	
2.1 ความรู้เกี่ยวกับการมองเห็น	4
2.1.1 ระบบการมองเห็น	4
2.1.2 การนำสัญญาณประสาทเข้าสู่สมอง	7
2.1.3 กลไกการมองเห็นภาพ	8
2.2 การมองเห็นเชิงพื้นที่	9
2.2.1 ความชัดเจน	9
2.2.2 ความคมชัดของวัตถุ	10
2.3 การมองเห็นและการกระทำ	12
2.3.1 ทางส่วนท้อง	12
2.3.2 ทางส่วนหลัง	12
บทที่ 3 วิธีการทดลอง	
3.1 ภาพรวม	13
3.2 ตัวแปร	14

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 วิธีการคำนวณ 17

3.4 วิธีการทดลอง 17

บทที่ 4 ผลการทดลองและสรุปผล

4.1 ผลการทดลอง 19

4.2 สรุปผลการทดลอง 22

4.3 แนวทางการพัฒนาโครงการ 22

บรรณานุกรม 23

ประวัติผู้เขียน 24



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองที่ 1 สรุปรูปมาณการเกิดปรากฏการณ์ (องศา) จากตัวชั่งนำรูปแบบต่างๆ	19
4.2 ผลการทดลองที่ 2 สรุปรูปมาณการเกิดปรากฏการณ์ (องศา) จากผู้ทดลอง 4 คน.....	20
4.3 ผลการทดลองที่ 3 ปริมาณการเกิดปรากฏการณ์ (องศา).....	21



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพจำลองกลไกการมองเห็นภาพ	5
2.2 ภาพขยายของเซลล์รูปแท่ง (สีน้ำเงิน) และเซลล์รูปกรวย (สีน้ำเงินเขียว) ในจอตา	6
2.3 ภาพจำลองแสดงเซลล์รูปแท่งและรูปกรวยใยประสาทในชั้นเรตินา	6
2.4 ภาพส่วนประกอบของดวงตา (ด้านข้าง)	7
2.5 ภาพจำลองแสดงการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นจากตาเข้าสู่สมอง	8
2.6 การเปลี่ยนแปลงของโรคอัมพาตในเซลล์รูปแท่ง	9
2.7 ภาพที่มีความคมชัดสูง	10
2.8 วิวัฒนาการเด็กตั้งแต่แรกเกิดกับการมองเห็นวัตถุ	10
2.9 ภาพที่มีความคมชัดน้อย (ซ้าย) และภาพที่มีความคมชัดมาก (ขวา)	11
2.10 การทดลองปรากฏการณ์ Tilt after-effect	11
3.1 ประเภทของตัวชักนำ	14
3.2 การทดลองก่อนหน้า	15
3.3 ตัวชักนำและตัวทดสอบ	15
3.4 ตัวอย่างของตัวกระตุ้น: ตัวชักนำและตัวทดสอบที่ใช้ในการทดลอง	16
3.5 กราฟจากการคำนวณหาปรากฏการณ์ LOE	17
3.6 ลำดับการทดลองที่ 1	17
3.7 ลำดับการทดลองที่ 2	18
3.8 ลำดับการทดลองที่ 3	18
4.1 ผลการทดลองที่ 1	19
4.2 ตัวอย่างผลการทดลองที่ 2 โดยวัดระยะทางขึ้นจากจุดศูนย์กลาง	20
4.3 ผลการทดลองที่ 3 โดยวัดระยะทางขึ้นจากจุดศูนย์กลาง	21

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การมองเห็นของมนุษย์นั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับนัยน์ตาแล้ว ยังมีอวัยวะที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งนั่นคือสมอง ดังนั้นการที่เราจะทำความเข้าใจถึงการทำงานของสมองจึงเป็นเรื่องที่สำคัญสำหรับการออกแบบและพัฒนาสิ่งใหม่รอบๆตัวเรา เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น

การประมวลผลข้อมูลภาพสามารถวิเคราะห์ได้ 2 ทาง คือ ทางส่วนท้อง (Ventral stream) หรือส่วนที่ทำการวิเคราะห์ว่าสิ่งของนี่คืออะไร มีเส้นทางจากสมองกลีบขมับซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจดจำตำแหน่งและรูปร่างของวัตถุ ทางส่วนหลัง (Dorsal stream) เป็นศูนย์การควบคุมความรู้สึก ความเข้าใจและการใช้คำพูด โดยจะประมวลผลสิ้นสุดที่สมองกลีบข้าง (parietal lobe) จะประมวลผลเชิงพื้นที่และการเคลื่อนไหว

ปัญหาหลักในการรับรู้ภาพที่เห็น คือ สิ่งที่มนุษย์เห็นอาจไม่ตรงกับภาพที่แสดงอยู่จริง ดังนั้น จึงเกิดโครงงานนี้ขึ้น เพื่อพยายามอธิบายว่าการประมวลผลภาพที่มนุษย์รับรู้จริงๆเป็นอย่างไร

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาใช้วิธีการการมองเห็นเชิงลึก (Viewpoint after effect) ในการค้นหากระบวนการรับรู้จำ หรือ ทางส่วนท้อง แต่สำหรับโครงงานนี้จะใช้วิธีการที่แตกต่างกัน โดยจะใช้การการรับรู้ตำแหน่งการมองเห็นผ่านทางส่วนหลัง เพื่อใช้ในมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นเรียกว่า Looking off effect โดยพยายามนำเสนอวิธีการที่เหมาะสมในการประเมินสภาพแวดล้อมในการมองเห็น และหวังว่าจะสามารถเข้าใจสาเหตุของปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพเมื่อวัตถุหมุนได้ และนำความรู้ที่ได้นี้ไปพัฒนาต่อเนื่องในสาขาวิศวกรรมมนุษย์ (Human Engineering) และวิศวกรรมภาพ (Image Engineering)

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อตรวจสอบว่าปรากฏการณ์นี้มีผลต่อใบหน้าโดยเฉพาะหรือไม่ อาศัยตำแหน่งของดวงตาเป็นตัวชี้หน้า ในการเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพ
2. เพื่อตรวจสอบว่าระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชี้หน้ามีผลต่อปรากฏการณ์หรือไม่ ถึงแม้ว่าระยะที่คาบเกี่ยวกันของทั้งสองอย่างถือว่าเป็นจุดวิกฤต หรือจุดที่ทำให้เกิดการสับสนมากที่สุดก็ตาม
3. เพื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างปรากฏการณ์เชิงลึก (View point after effect) และปรากฏการณ์ Looking off effect โดยใช้ตัวแปรเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงการ

เนื่องจากโครงการแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษาคุณลักษณะของสิ่งกระตุ้นที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect

1. ตัวชักนำจะเป็นภาพสามมิติที่มีใบหน้าประกอบด้วยจุดสีแดงสองจุดและสีเหลืองหลายๆจุดบนพื้นผิวทรงกลมสีขาวเท่านั้น
2. ตัวทดสอบจะเป็นภาพสองมิติรูปหน้าการ์ตูนและหน้ามนุษย์
3. ระยะห่างระหว่างหน้าจอและที่วางคางคือ 60 เซนติเมตร
4. มีการทดสอบจำนวน 110 ชุดการทดลอง

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect

1. ตัวทดสอบเป็นภาพใบหน้ามนุษย์สามมิติ และตัวชักนำเป็นภาพใบหน้าการ์ตูนสองมิติ
2. ทิศทางของตัวทดสอบจะมีตั้งแต่ 0.6 องศาทางซ้าย ถึง 1.4 องศาทางขวา
3. ระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำจะทดสอบตั้งแต่ 0, 50, 100, 150 และ 200 พิกเซล
4. ตำแหน่งของตัวชักนำจะเปลี่ยนแปลงจากจุดศูนย์กลางไปตามสี่ทิศทาง : บน , ล่าง , ซ้าย และขวา ในขณะที่ตำแหน่งของตัวทดสอบจะอยู่ตรงกลางของหน้าจอเสมอ

การทดลองที่ 3 ผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงลึก (Viewpoint after effect)

1. กลุ่มของตัวชักนำประกอบด้วยใบหน้าการ์ตูนสองมิติหันทางซ้าย 15 องศาและทางขวา 15 องศา
2. ตำแหน่งของตัวทดสอบและตัวชักนำมี 3 เงื่อนไข คือ ตำแหน่งเดียวกัน , ตำแหน่งคาบเกี่ยวกัน และแยกกัน

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีการรับรู้ของมนุษย์และการทำงานของสมอง

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวิธีการทดลองที่คล้ายคลึงกัน

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 4 ทำการทดลองโดยเปลี่ยนแปลงตัวแปรเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ก่อนหน้านี้

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลงานและนำเสนอผลงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโครงการ

1. ซอฟต์แวร์ MATLAB version 7
2. ซอฟต์แวร์ 3D Max
3. ซอฟต์แวร์ Adobe Photoshop CS3
4. ห้องปฏิบัติการมิด โดยมีจอคอมพิวเตอร์ และขาตั้งสำหรับวางกาง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในโครงงาน

โครงงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุนเพื่อประยุกต์ใช้ในการรู้จำใบหน้ามนุษย์ เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ตำแหน่งของภาพที่หยุดนิ่ง เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาคุณภาพในด้านการมองเห็นของมนุษย์ให้ดีขึ้น

ทฤษฎีพื้นฐานในการทำโครงงานที่ใช้ในการศึกษา เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทดลองการศึกษาข้อมูลมีดังต่อไปนี้

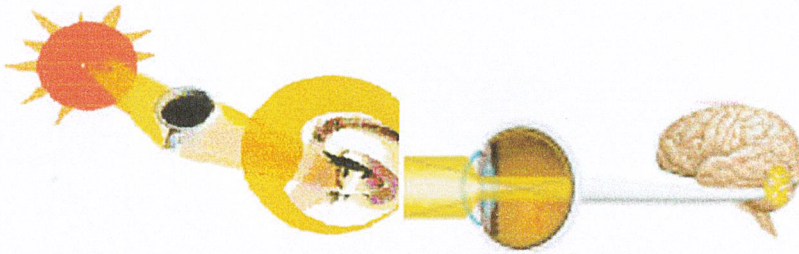
- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับการมองเห็น
- 2.2 การมองเห็นเชิงพื้นที่ (Spatial vision)
- 2.3 การมองเห็นและการกระทำ (Vision and action)

2.1 ความรู้เกี่ยวกับการมองเห็น

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งสำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในงานต่างๆ (ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ) และสำหรับงานที่มีความซับซ้อน (ได้แก่ การวางแผน การตัดสินใจ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางด้านความคิด) ดังคำสุภาษิตของจีนกล่าวได้ว่า “รูปภาพสามารถแทนคำได้เป็นพันๆ คำ” รูปภาพมีบทบาทสำหรับมากสำหรับองค์กรต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ซึ่งใช้ได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เป็นสื่อนำเสนอข้อมูลข่าวสารต่างๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้นก็คือ กระบวนการประมวลผลภาพที่มนุษย์รับรู้จริงเป็นอย่างไร

2.1.1 ระบบการมองเห็น

มีหลักฐานที่บ่งชี้ว่าดวงตาเป็นสิ่งสำคัญในการมองเห็น เมื่อเราปิดตาจะสามารถเห็นได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นถ้าต้องการหาเส้นทางการมองเห็นจึงควรเริ่มจากดวงตา การมองเห็นจะเกิดขึ้นได้เมื่อมีแสงจากวัตถุที่เรากำลังมองอยู่ตกกระทบกับตัวรับภาพในดวงตา (Photoreceptor) และส่งข้อมูลไปยังสมอง สมองส่วนรับภาพจะจัดเรียงแปลผลข้อมูล และสร้างเป็นภาพให้รู้สึกมองเห็นได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น พวกริโพรโทซัว แบคทีเรีย จะตอบสนองต่อแสงสว่างได้แต่ไม่มีอวัยวะรับภาพ



รูปที่ 2.1 ภาพจำลองกลไกการมองเห็นภาพ

ดวงตาที่เราเห็นอยู่บนใบหน้าเป็นเพียงส่วนหนึ่งของลูกตาส่วนที่เหลือจะจมลึกอยู่ในกระดูกเบ้าตาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นส่วนของกะโหลกศีรษะเพื่อป้องกันอันตราย ส่วนที่เปิดสู่ภายนอกจะไม่ได้รับการคุ้มกันอันตรายจากกระดูกเบ้าตาแต่จะได้รับการชำระล้างด้วยน้ำตาทุกครั้งเมื่อกระพริบตา และมีเปลือกตาปิดคลุมดวงตาไว้เพื่อป้องกันไม่ให้ได้รับอันตราย ส่วนขนตาจะคอยป้องกันฝุ่นละออง ลูกตายังสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ในช่วงกระบอกตาโดยการทำงานของกล้ามเนื้อตาจำนวนหมื่นมัด นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ ที่อยู่ภายในเบ้าตาซึ่งได้ถูกออกแบบมาเพื่อทำหน้าที่เฉพาะเจาะจงอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งโดยเรียงลำดับจากด้านนอกเข้าไปด้านในตามลำดับดังนี้

ผนังดวงตาประกอบด้วยชั้นต่างๆ 3 ชั้น คือ

1. เปลือกตา (Sclera)

เป็นชั้นที่เหนียวแต่ไม่ยืดหยุ่น อยู่ชั้นนอกสุดเห็นเป็นสีขาว ส่วนที่อยู่ด้านหน้ามีลักษณะใสและนูนออกมาเรียกว่ากระจกตา (Cornea) ทำหน้าที่รับและให้แสงผ่านเข้าสู่ภายในกระจกตา มีความสำคัญมาก เพราะถ้าเป็นอันตราย หรือพิการเป็นฟั่วทึบ จะมีผลกระทบต่อ การมองเห็น

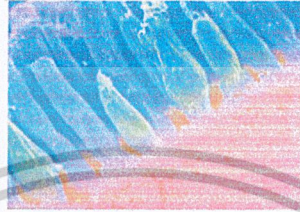
2. คอโรยด์ (Choroid)

เป็นชั้นที่มีเส้นเลือดมาเลี้ยงมากมาย ส่วนที่ยื่นออกไปด้านหน้าเรียกว่า ซีเลียรีบอดี้ (Ciliary body) ทำหน้าที่สร้างของเหลวที่เรียกว่า เอควีวฮิวเมออร์ (Aqueous humor) เข้าไปอยู่ในช่องว่างของลูกตาด้านหน้าเลนส์ โดยปกติของเหลวนี้จะถูกดูดซึมกลับเข้าเส้นเลือดดำของตาโดยผ่านทางท่อแคเนลออฟซเลม (Canal of Schlemm) ดังนั้นถ้ามีการอุดตันของท่อเกิดขึ้นจะทำให้เกิดความดันของของเหลวในลูกตาสูง และเป็นสาเหตุของโรคต้อหิน (Glaucoma) ในชั้นนี้ยังมีรงควัตถุหรือสารสีแผ่กระจายอยู่เป็นจำนวนมาก เพื่อป้องกันไม่ให้แสงสว่างทะลุผ่านชั้นเรตินาไปยังด้านหลังของลูกตาโดยตรง คนเราจะมีสีตาต่างกันเนื่องจากมีรงควัตถุต่างชนิดกัน

3. จอตาหรือเรตินา (Retina)

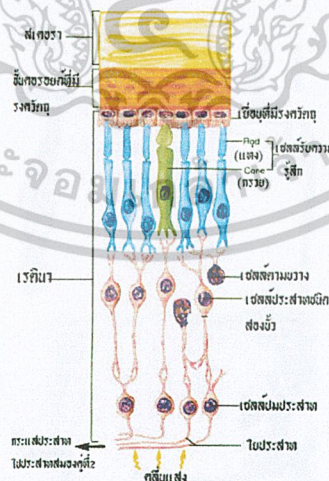
เป็นเนื้อเยื่อชั้นในสุดประกอบด้วยเซลล์ประสาท และเซลล์ซึ่งไวต่อแสงเรียงตัวกัน เป็นชั้นในช่องว่างของลูกตาด้านหลังของเลนส์ และส่วนที่ติดกับเรตินามีของเหลวลักษณะคล้ายเอกซารีนเป็นเอกซารีนที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วุ้นเรียกว่า วิสเทรียสฮิวเมอร์ (Vitreous humor) บรรจุอยู่ ช่วยทำให้ลูกตาคงรูปร่างอยู่ได้ เรตินาทำหน้าที่เป็นจอรับภาพ เนื่องจากมีเซลล์รับแสง 2 ชนิด คือ เซลล์รูปแท่ง (Rod cell) (รูปที่ 2.2) ซึ่งไวต่อการรับแสงสว่าง แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างของสีได้ ส่วนเซลล์อีกประเภทหนึ่งเป็นเซลล์รูปกรวย (Cone cell) เป็นเซลล์ที่แยกความแตกต่างของสีได้ แต่ต้องการแสงสว่างมากจึงบอกสีของวัตถุได้ถูกต้อง จอตาหรือเรตินาข้างหนึ่งจะมีเซลล์รูปแท่งประมาณ 125 ล้านเซลล์และเซลล์รูปกรวยประมาณ 7 ล้านเซลล์



รูปที่ 2.2 ภาพขยายของเซลล์รูปแท่ง (สีน้ำเงิน) และเซลล์รูปกรวย (สีน้ำเงินเขียว) ในจอตา

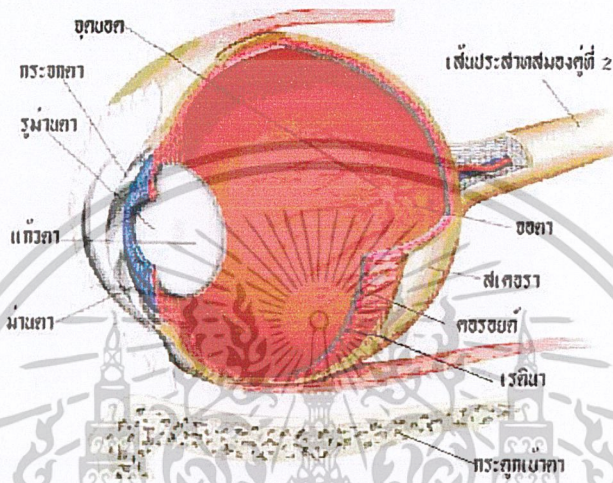
นอกจากชั้นเรตินาจะมีเซลล์ที่ไวต่อแสงดังกล่าวแล้ว ยังมีเซลล์ประสาทอื่นที่รับกระแสประสาทที่รวมกันเป็นมัด เพื่อส่งไปยังเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 แล้วส่งต่อไปยังสมองส่วนซีรีบรัมที่มีหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับการมองเห็น จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าแสงจะตกกระทบผ่านชั้นเซลล์ประสาท (Ganglion cells) และเซลล์ประสาทชนิดสองขั้ว (Bipolar cells) แล้วจึงส่งมาถึงชั้นของเซลล์รูปแท่งและรูปกรวยที่ไวต่อแสง เมื่อมีพลังงานแสงมากระตุ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงการซึมผ่านของเยื่อหุ้ม (Membrane permeability) จนเกิดเป็นกระแสประสาทส่งผ่านเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 ไปยังสมองได้



รูปที่ 2.3 ภาพจำลองแสดงเซลล์รูปแท่งและรูปกรวยใยประสาทในชั้นเรตินา

บริเวณด้านหน้าของเลนส์ (Lens) จะมีแผ่นเยื่อเรียกว่าม่านตา (Iris) ออกมาบังบางส่วนของเลนส์ไว้เหลือบริเวณตรงกลางให้แสงผ่านเข้าไปสู่เลนส์ได้ เรียกว่ารูม่านตา (Pupil) ถ้ามองจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

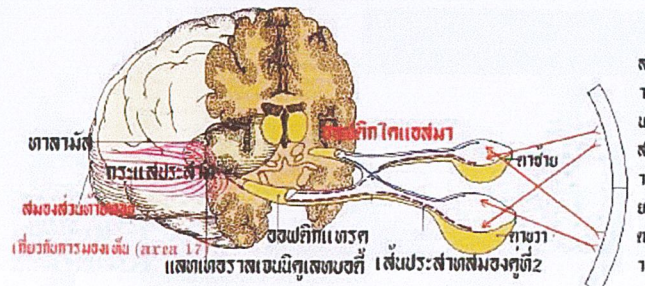
รูป 2.4 ซึ่งแสดงรูปด้านข้างของดวงตา จะเห็นว่าด้านหน้าของแก้วตาหรือเลนส์ตามีม่านขึ้นลงมาจากด้านบนและด้านล่างของผนังคอร์อยด์คล้ายกับเป็นผนังกั้นบางส่วนของแก้วตาหรือเลนส์ เพื่อควบคุมปริมาณแสงให้พอเหมาะที่จะผ่านเข้าสู่เลนส์ตา โดยม่านตาสามารถเปิดกว้างมากหรือน้อยตามความสว่างของแสงเพื่อเปิดเป็นช่องกลางที่เหลือนี้อัตโนมัติกลไกให้แสงผ่านเข้า ถ้าแสงสว่างมากม่านตาจะเปิดน้อย แสงสว่างน้อยม่านตาจะเปิดกว้าง ฉะนั้นขนาดของม่านตาจะแคบหรือกว้างขึ้นอยู่กับกรหดหรือขยายของกล้ามเนื้อของหรือกล้ามเนื้อที่เรียงตัวตามแนวรัศมีของม่านตา



รูปที่ 2.4 ภาพด้านประกอบของดวงตา (ด้านข้าง)

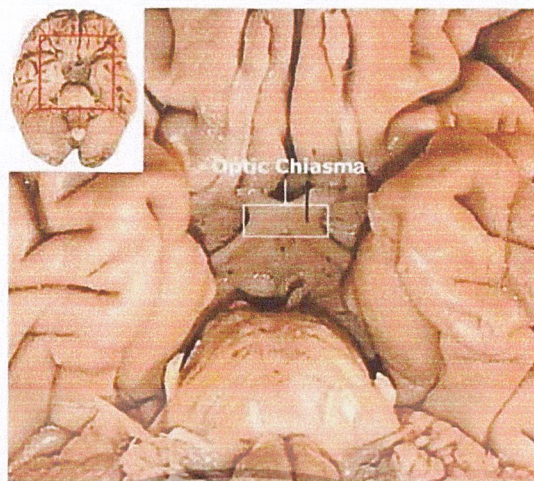
2.1.2 การนำสัญญาณประสาทเข้าสู่สมอง

กระแสประสาทจากเซลล์รับรู้ความรู้สึก (Receptor cells) จะถูกส่งผ่านใยประสาท (Nerve fiber) ของเซลล์ประสาท (Ganglion cells) มารวมเป็นเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 (Optic nerve) โดยแต่ละใยประสาทจะมีการเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบตามตำแหน่งที่มาจากเซลล์รับรู้ความรู้สึก (Receptor cells) ในเรตินา เมื่อมาถึงบริเวณออฟติคัลไคแอสมา (Optic chiasma) ใยประสาทที่มาจากเรตินาด้านข้างจมูก จะมีการข้ามไปอยู่ในออฟติคัลแทรค (Optic tract) ด้านตรงข้าม ออฟติคัลแทรคจะนำกระแสประสาทไปสู่แลตเทอราลเจเนอริกูลเลทอดี (Lateral geniculate body) ในส่วนของทาลามัส (Thalamus) เพื่อเชื่อมกับเซลล์ประสาทตัวใหม่ จากนั้นกระแสประสาทจะถูกส่งผ่านไปสู่สมองส่วนท้ายทอย (Visual cortex) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการมองเห็น (ดังรูปที่ 2.5 ก)



ก.ด้านพท้ายทอย (Occipital lobe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ข. ภาพแสดงออฟติคไคแอสมา (Optic chiasma)

รูปที่ 2.5 ภาพจำลองแสดงการนำสัญญาณประสาทเกี่ยวกับการมองเห็นจากตาเข้าสู่สมอง

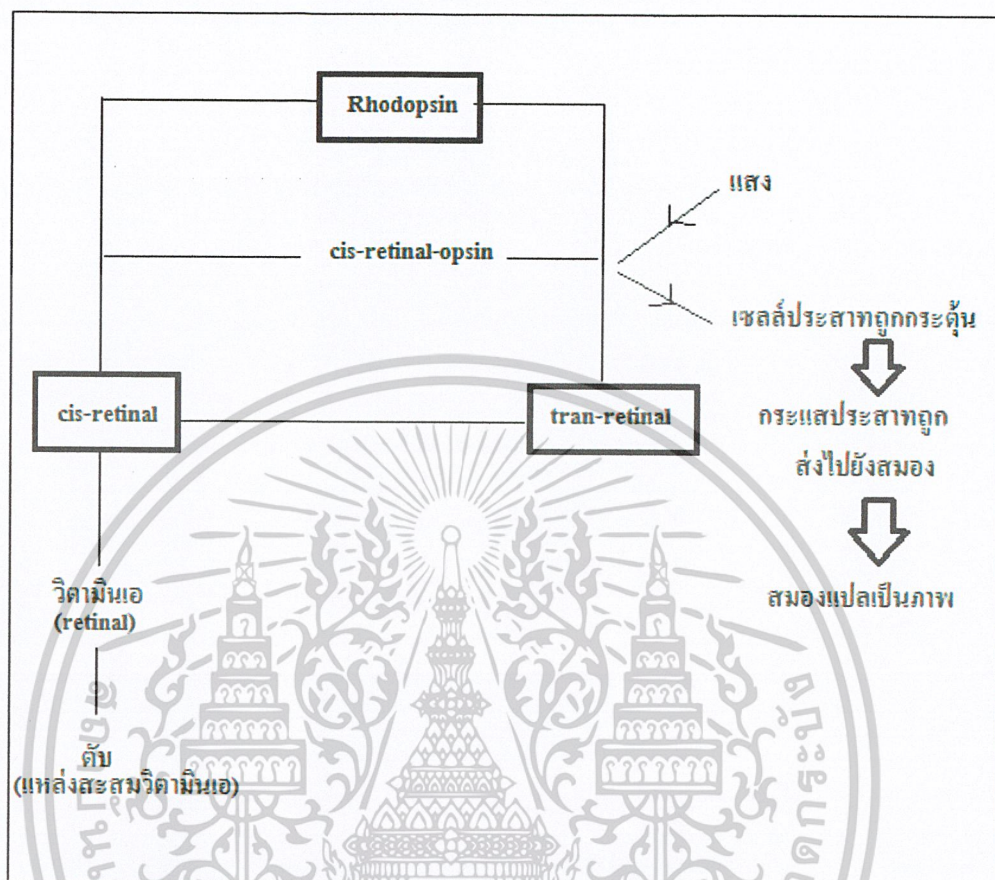
การที่เราอ่านหนังสือแล้วมองตัวหนังสือตรงหน้าได้ชัดกว่าตัวหนังสือที่อยู่ข้างๆ เกิดเนื่องจากภาพตัวหนังสือที่อยู่ตรงหน้าตกลงบริเวณที่เห็นชัดเจนที่สุดของเรตินาหรือจอตา เรียกว่า บริเวณโฟเวีย (Fovea) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีเซลล์รูปกรวยอยู่หนาแน่นมากกว่าบริเวณอื่นๆ ส่วนบริเวณอื่นของเรตินาที่มีแต่เอกซอนออกจากลูกตาเพื่อเข้าสู่เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 จะไม่เกิดภาพให้เห็นเลย เนื่องจากเป็นบริเวณที่ไม่มีเซลล์รูปแท่งและกรวยอยู่เลย จึงเรียกบริเวณนี้ว่าจุดบอด (Blind spot)

2.1.3 กลไกการมองเห็นภาพ

แสงจากวัตถุเคลื่อนเข้าสู่ดวงตาของเราโดยเกิดการหักเหผ่านกระจกตา (Cornea) และ แก้วตา (Lens) มากระทบจอประสาทตา (Retina) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีตัวรับแสง (Photo receptors) ได้แก่ เซลล์รูปแท่ง (Rod cell) และเซลล์รูปกรวย (Cone cell) ที่ประกอบด้วยสารซึ่งสามารถ ดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นต่างๆ กัน โดยเซลล์รูปแท่งมีสารสีม่วงแดงชื่อโรดอปซิน (Rhodopsin) ที่ประกอบด้วยโปรตีนออปซิน (Opsin) รวมกับสารเรตินัล (Retinal) ซึ่งมีความไวต่อแสงได้ดีที่สุดในช่วงความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร จะทำงานได้ดีในที่มืดหรือในช่วงแสงสลัว (Dim light) ทำให้สามารถมองเห็นวัตถุในที่มืดหรือในที่สลัวได้ แต่จะเห็นวัตถุเป็นภาพขาว - ดำ โดยมีกลไกการมองเห็นดังนี้

เมื่อมีแสงมากระตุ้นเซลล์รูปแท่ง พลังงานจากการดูดกลืนแสงของโรดอปซิน จะทำให้โมเลกุลของเรตินัล (Retinal) เปลี่ยนแปลงโครงสร้างจนเกาะกับโมเลกุลของออปซินไม่ได้ ในขณะเดียวกันจะเกิดกระแสประสาทเดินทางไปยังเส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 เพื่อส่งกระแสประสาท

ต่อไปยังสมองให้แปลเป็นภาพ และเมื่อไม่มีแสง ออปซินและเรตินัล (Retinal) จะรวมตัวเป็น โรดอปซินใหม่



รูปที่ 2.6 การเปลี่ยนแปลงของโรดอปซินในเซลล์รูปแท่ง

2.2 การมองเห็นเชิงพื้นที่ (Spatial Vision)

หมายถึงความสามารถในการแก้ปัญหา หรือกำหนดคุณสมบัติของขนาด ตำแหน่ง และทิศทางของสิ่งของให้ถูกต้อง โดยใช้การวัดสองแบบคือ ความชัดเจน (Acuity) และความคมชัดของวัตถุ (Contrast sensibility)

2.2.1 ความชัดเจน (Acuity)

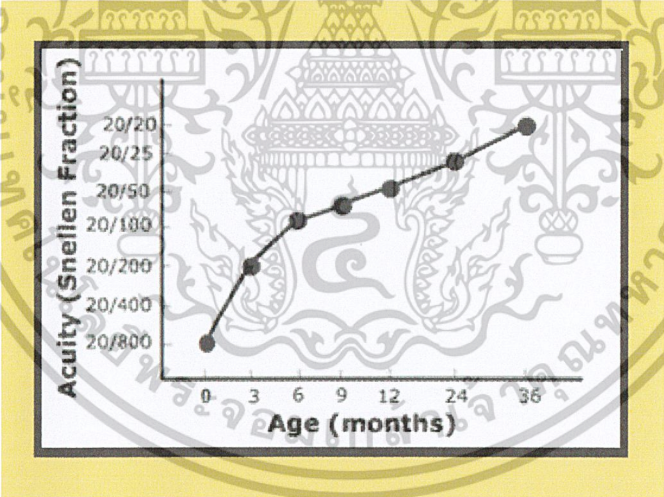
การมองเห็นแบบไม่ยืดหยุ่น (Static visual acuity : SVA) เป็นความสามารถในการปรับแก้ไขรายละเอียด ซึ่งจะเห็นได้ชัดในภาพที่มีความคมชัดสูง (High contrast) เช่น ตัวอักษรสีดำบนพื้นหลังสีขาว (รูปที่ 2.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ภาพที่มีความคมชัดสูง

จากการศึกษานี้กับเด็กแรกเกิดพบว่า เด็กมีพัฒนาการมองเห็นสิ่งของชัดเจนขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากอายุ 6 เดือนแล้ว และจะค่อยๆ ชำลงเมื่ออายุเจ็ดปี สาเหตุที่เด็กมีการมองเห็นที่ไม่ชัดเจนตอนแรกเกิดเกิดจากตอนแรกเกิดนั้นเซลล์รูปกรวยยังพัฒนาไม่เต็มที่



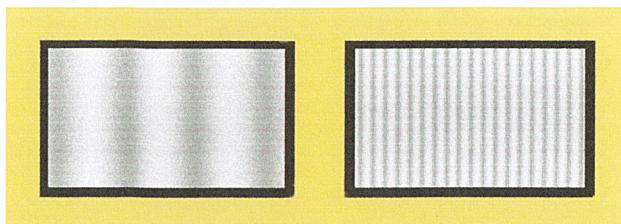
รูปที่ 2.8 วิวัฒนาการเด็กตั้งแต่แรกเกิดกับการมองเห็นวัตถุ

2.2.2 ความคมชัดของวัตถุ (Contrast sensibility)

ความคมชัดของวัตถุจะเน้นที่รายละเอียดเล็กที่สุดที่สามารถแก้ไขได้ ไม่ใช่เป้าหมายหรือรูปภาพขนาดใหญ่ โดยเป็นความสามารถในการดูวัตถุที่มีขนาดแตกต่างกัน เช่น ความถี่เชิงพื้นที่ที่แตกต่างกัน (Spatial frequency) โดยการค้นหาความคมชัดต่ำสุดที่สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างจุดที่มีดและสว่างของความละเอียดที่แตกต่างกัน หรือความถี่ที่แตกต่างกัน ความถี่เชิงพื้นที่หมายถึง จำนวนรอบของความสว่าง/ความมืดต่อองศา (c/deg) ของมุมมองในจอตา จากภาพจะเห็น

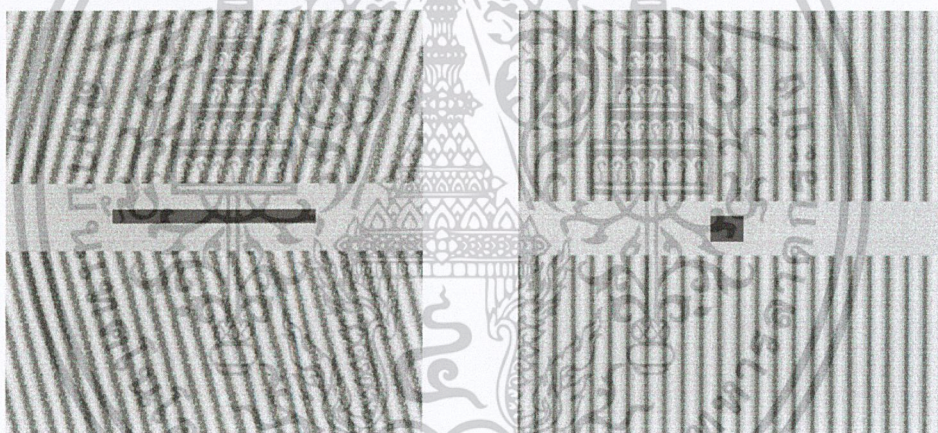
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าภาพที่มีความคมชัดน้อยจะแยกแยะความแตกต่างระหว่างส่วนที่มีมืดและสว่างยากกว่าภาพที่มีความคมชัดมาก จึงทำให้รอบของความสว่าง/ความมืดของภาพด้านซ้ายมีสูงกว่า



รูปที่ 2.9 ภาพที่มีความคมชัดน้อย (ซ้าย) และภาพที่มีความคมชัดมาก (ขวา)

จากการศึกษาเรื่องนี้ได้ค้นพบปรากฏการณ์ที่เรียกว่าการเอียงของภาพหยุดนิ่งที่มีผลกระทบมาจากการเคลื่อนไหวของอีกภาพหนึ่ง (The tilt after-effect : TAE) จากภาพ 2.10 เป็นการทดสอบโดยการดูภาพทางซ้ายมือเป็นเวลาประมาณ 1 นาที โดยจ้องซ้ำๆ ที่เส้นสีเหลี่ยมตรงกลาง แล้วจึงมองไปที่ภาพด้านขวา โดยดูที่สีเหลี่ยมตรงกลาง จะเห็นว่าสีเหลี่ยมนี้จะไม่อยู่ในแนวตั้ง แต่จะเอียงไปเล็กน้อยในทิศทางตรงข้ามกับภาพทางซ้ายชั่วขณะ



รูปที่ 2.10 การทดลองปรากฏการณ์ Tilt after-effect

สามารถอธิบายได้ว่า TAE ขึ้นอยู่กับการวางตัวของเซลล์ (Orientation-selective cells) ในเยื่อหุ้มสมอง (Visual cortex) ซึ่งมีเซลล์จำนวนมากปรับทิศทางชั่วคราว จากการจ้องภาพที่มีทิศทางเอียงเป็นเวลาชั่วขณะหนึ่ง ทำให้เซลล์ประสาทมีการปรับตัวไปทิศทางเอียงไปด้วย เมื่อกลับมาดูภาพที่ตรงจึงทำให้เซลล์ประสาทที่ยังไม่กลับสู่ปกติรับรู้ภาพเส้นตรงนั้นกลายเป็นภาพเอียงไปชั่วขณะ ก่อนจะปรับตัวสู่สภาพปกติ

2.3 การมองเห็นและการกระทำ (Vision and action)

การประมวลผลข้อมูลภาพจากตำแหน่ง V1 ในสมองสามารถวิเคราะห์ให้ได้ 2 ทาง คือ

2.3.1 ทางส่วนท้อง (Ventral stream) หรือที่รู้จักในชื่อว่า ทางเดินของสิ่งของว่าคืออะไร (What pathway) มีเส้นทางจากสมองกลีบขมับซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจดจำตำแหน่งและรูปร่างของวัตถุ เป็นทางเดินของจิตสำนึก (Conscious pathway)

2.3.2 ทางส่วนหลัง (Dorsal stream) หรือ ทางอย่างไร (How pathway) เป็นศูนย์การควบคุมความรู้สึก ความเข้าใจและการใช้คำพูด โดยจะประมวลผลสิ้นสุดที่สมองกลีบข้าง (parietal lobe) จะประมวลผลเชิงพื้นที่และการเคลื่อนไหว เป็นทางเดินของจิตใต้สำนึก



บทที่ 3

วิธีการทดลอง

3.1 ภาพรวม

ในการทดลองนั้นการทดลองที่กล่าวมานั้นถูกเขียนด้วยโปรแกรม MATLAB โดยแบ่งเป็นการ 3 การทดลองย่อยดังนี้

การทดลองที่ 1 คุณลักษณะของสิ่งกระตุ้นที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect

เมื่อใบหน้าด้านหน้าของมนุษย์หรือสัตว์ (ตัวทดสอบสองมิติ) แทนที่ตัวชักนำสามมิติที่หมุนรอบแนวแกนวาง หรือในแนวตั้งแบบชั่วคราว เมื่อตัวชักนำหมุนถึงตำแหน่งตรงกลาง คนส่วนมากมักรับรู้ภาพตัวทดสอบมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งใบหน้าทิศทางตามตัวชักนำ การรับรู้นี้เรียกว่า ปรากฏการณ์ Looking off effect หรือการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพเมื่ออีควัตถุกำลังหมุน เกิดจากการเคลื่อนที่ของข้อมูลจากวัตถุหนึ่งไปสู่อีควัตถุหนึ่ง โดยการทดลองนี้จะทดลองไม่ว่าปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นเฉพาะกับหน้าหรือไม่ก็ตาม อาศัยตำแหน่งของคุณลักษณะเลียนแบบตำแหน่งดวงตาและใบหน้าที่ของตัวชักนำ

การทดลองที่ 2 ผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect

จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าปรากฏการณ์ Looking off effect มีกระบวนการรวมตัวกันของทิศทางของวัตถุทั้งสอง ไม่ว่าจะเป็นวัตถุจะมีคุณลักษณะทั่วไปหรือตำแหน่งทั่วไปของตัวกระตุ้นก็มีผลต่อตัวทดสอบ แม้ว่าตัวกระตุ้นจะไม่ใช้ใบหน้าที่ตาม จึงสมมุติฐานได้ว่าตำแหน่งของตัวกระตุ้นมีผลกระทบที่ทำให้เกิดการรวมตัวกันของทิศทางทำให้การรับรู้ภาพเบี่ยงเบนไป การทดลองนี้จึงจะตรวจสอบผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect ถึงแม้ว่าตำแหน่งที่คาบเกี่ยวนั้นเป็นจุดวิกฤติที่ทำให้เกิดความผิดพลาดได้มากที่สุดก็ตาม

การทดลองที่ 3 ผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงลึก (Viewpoint after effect)

ผลกระทบจากการมองการเอียงของวัตถุที่เคลื่อนไหวมีผลต่อการเกิดภาพลวงตาของวัตถุที่หยุดนิ่งให้เกิดการรับรู้เสมือนว่าเอียงด้วย จากปรากฏการณ์นี้เราจึงใช้วิธีการทดลองที่คล้ายคลึงกันมาทดลองผลของผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงลึก

3.2 ตัวแปร

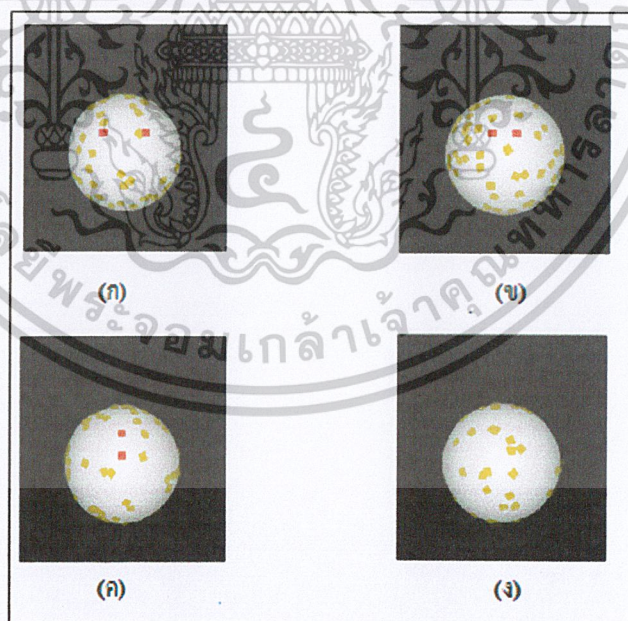
การทดลองที่ 1

ต้องการทดสอบ 3 สิ่งดังนี้

1. ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเฉพาะกับใบหน้าหรือไม่
 - ตรวจสอบระหว่างตัวชักนำที่เป็นใบหน้าและไม่ใช้ใบหน้า
2. ปรากฏการณ์นี้เกี่ยวข้องกับระดับคุณลักษณะล่าง (Low level feature) หรือไม่
 - ตรวจสอบระหว่างระยะห่างระหว่างดวงตาของตัวชักนำ
3. ปรากฏการณ์นี้มีลักษณะเด่นหรือไม่
 - ตรวจสอบระหว่างตัวชักนำธรรมดาและตัวชักนำที่มีลักษณะบางอย่างเด่นชัด

ตัวทดสอบจะเป็นภาพการ์ตูน และตัวชักนำจะเป็นภาพสามมิติที่มีใบหน้าประกอบด้วย จุดสีแดงสองจุด และจุดสีเหลืองหลายๆจุดบนพื้นผิวสีขาวทรงกลม โดยตำแหน่งของจุดสีแดงจะปรากฏในตำแหน่งตาและจมูก จะแบ่งได้ 4 ประเภท (แสดงในรูปที่ 3.1) คือ

- (ก) ตำแหน่งตาปกติ, แนวตั้ง ระยะห่าง = 36 พิกเซล
- (ข) ตำแหน่งตาที่แคบกว่าปกติ, แนวตั้ง ระยะห่าง = 18 พิกเซล
- (ค) ตำแหน่งตาทั้งสองอยู่ในแนวตั้งและแคบกว่าปกติ, แนวนอน ระยะห่าง = 18 พิกเซล
- (ง) ไม่มีตำแหน่งตา

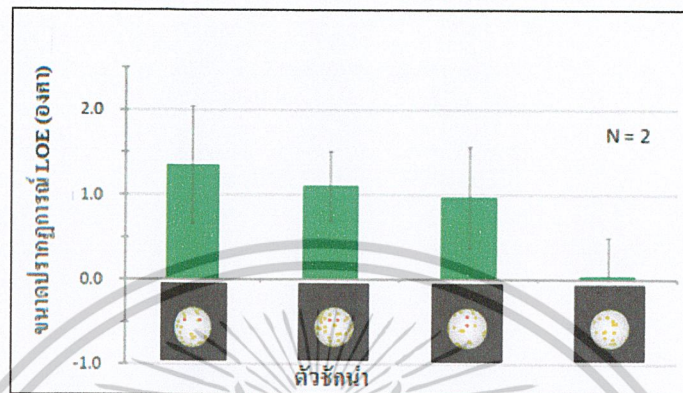


รูปที่ 3.1 ประเภทของตัวชักนำ

การทดลองก่อนหน้าเมื่อตัวชักนำหมุนถึงตรงกลางจะถูกแทนที่ด้วยภาพการ์ตูนในมุมแตกต่างกันออกไป พบว่าขนาดของมุมมีผลต่อการรับรู้ของมนุษย์ โดยจะรับรู้ตำแหน่งของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดที่ทดสอบเลื่อนไปจากความเป็นจริง จากรูป 3.2 แสดงให้เห็นว่าขนาดของปรากฏการณ์ LOE ในการทดลองก่อนหน้าจะมากเมื่อตัวชั่งน้ำหนักมีลักษณะตำแหน่งตาปรกติมากกว่าตัวชั่งน้ำหนักที่ไม่มีตา โดยจะมีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยเท่านั้นระหว่างตัวชั่งน้ำหนักตำแหน่งตาปกติ (ก) และตำแหน่งตาที่ผิดปกติ (ข,ค)



รูปที่ 3.2 การทดลองก่อนหน้า

การทดลองที่ 2

การทดลองนี้ตัวแปรประกอบด้วย ตัวชั่งน้ำหนักเป็นภาพสามมิติรูปการ์ตูนหุ่น และตัวทดสอบเป็นภาพสองมิติรูปหน้ามนุษย์

ทิศทางของตัวทดสอบมาจากการสุ่มของโปรแกรมในองศาที่แตกต่างกัน โดยมีมุมตั้งแต่ 1.4° ด้านขวา ถึง 0.6° ในทิศทางตรงกันข้าม และจะเพิ่มขึ้นทีละ 0.2° หรือตั้งแต่ด้านซ้าย $0.6^\circ, 0.2^\circ, 0.0^\circ$ และด้านขวา $0.2^\circ, 0.4^\circ, 0.6^\circ, 0.8^\circ, 1.0^\circ, 1.2^\circ, 1.4^\circ$ จากแกนกลาง

ตำแหน่งของตัวชั่งน้ำหนักจะเปลี่ยนแปลงจากจุดศูนย์กลางไปตามสี่ทิศทาง : บน , ล่าง , ซ้าย และขวา ในขณะที่ตำแหน่งของตัวทดสอบจะอยู่ตรงกลางของหน้าจอเสมอ



รูปที่ 3.3 ตัวชั่งน้ำหนักและตัวทดสอบ

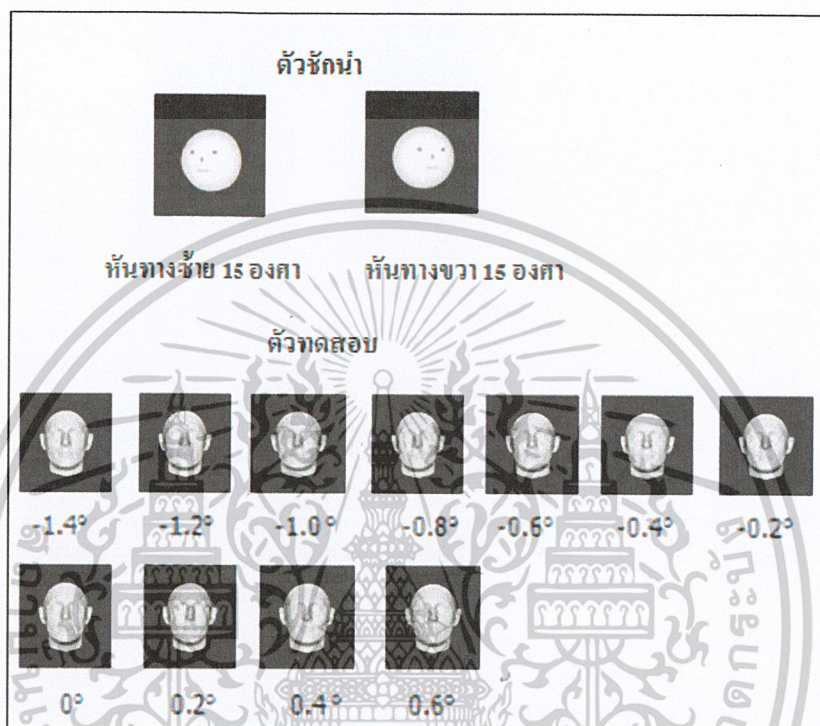
การทดลองที่ 3

การทดลองนี้ตัวแปรประกอบด้วย ตัวชั่งน้ำหนักและตัวทดสอบ โดยชุดของตัวชั่งน้ำหนักประกอบด้วยใบหน้าสองมิติรูปการ์ตูนที่หันทางซ้าย 15° และหันทางขวา 15° ตัวทดสอบจะใช้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับการทดลองที่ 2 คือ เป็นภาพสองมิติรูปหน้ามนุษย์ ที่มีมุมตั้งแต่ 1.4° ด้านขวา ถึง 0.6° ในทิศทางตรงกันข้ามจากแกนกลาง และจะเพิ่มขึ้นทีละ 0.2° (รูปที่ 3.3)

ตำแหน่งของตัวทดสอบมี 3 เงื่อนไข คือ ตำแหน่งเดียวกันกับตัวชักนำ (0 พิกเซล), ตำแหน่งคาบเกี่ยวกัน (145 พิกเซล) และตำแหน่งแยกกัน (200 พิกเซล)



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างของตัวกระตุ้น : ตัวชักนำและตัวทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

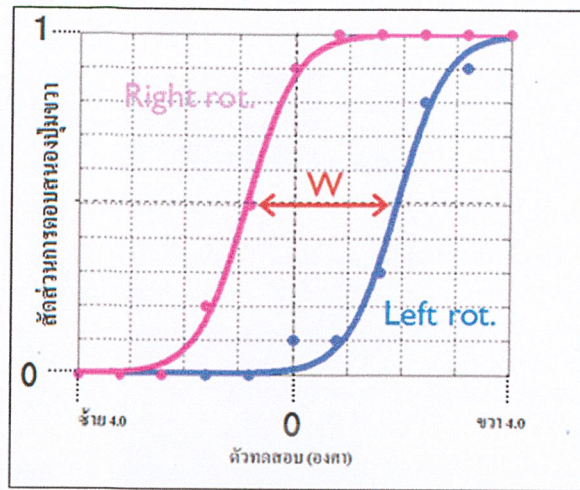
3.3 วิธีการคำนวณ

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาปรากฏการณ์ LOE ในการทดลองนี้

$$\text{LOE (Looking off effect)} = W/2$$

เมื่อ W = ระยะห่างระหว่างความห่างการรับรู้การกดปุ่มทางซ้ายและกดปุ่มทางขวา โดยจากในรูปเป็นกราฟในอุดมคติที่คำนวณแล้วออกมาพบว่า มีการกดปุ่มซ้ายและขวาเท่ากัน จากการคำนวณ เราสามารถหาทิศทางการปรากฏของตัวทดสอบที่มนุษย์รับรู้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



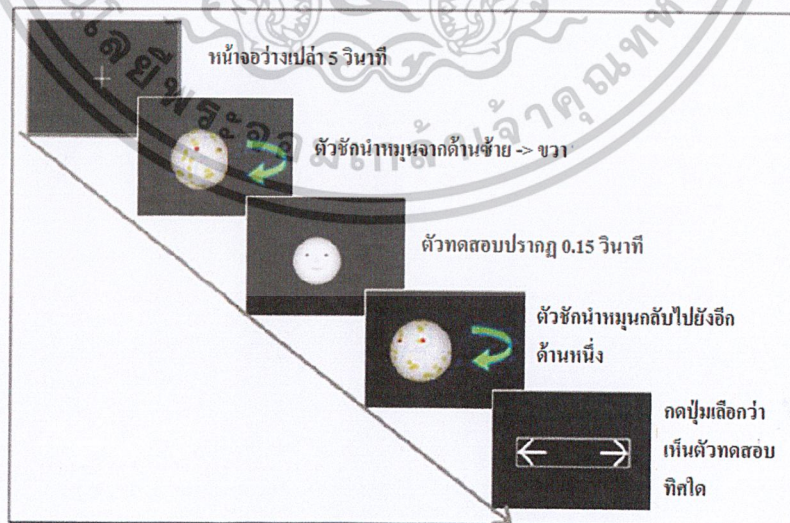
รูปที่ 3.5 กราฟจากการคำนวณหาปรากฏการณ์ LOE

3.4 วิธีการทดลอง

ทุกการทดลองจะใช้ผู้ทดลองที่มีสายตาปกติชุดเดิมจำนวน 4 คน เพื่อความถูกต้องแม่นยำของผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

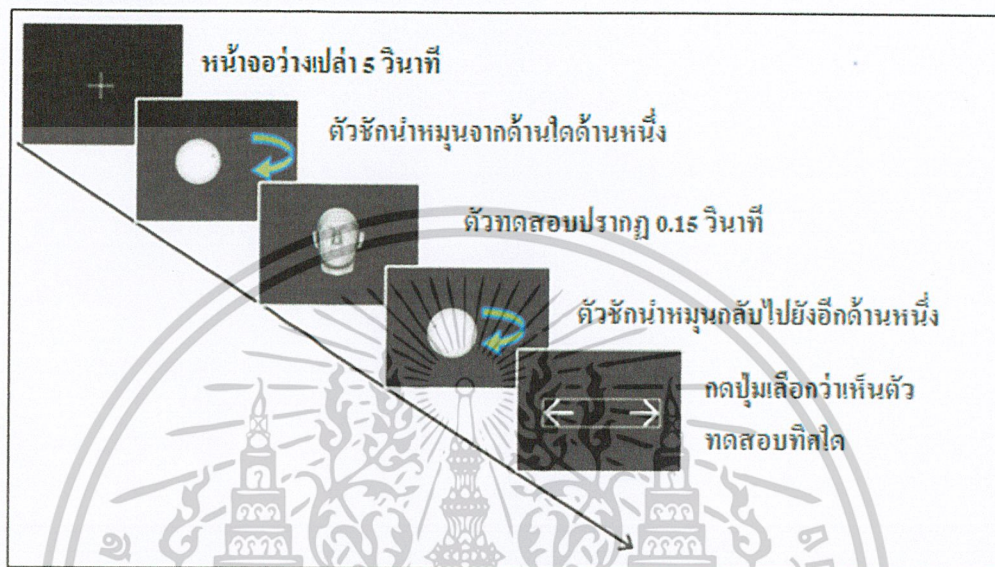
หลังจากผู้ทดลองจ้องหน้าจอสีดำว่างเปล่าเป็นเวลา 5 วินาที จะปรากฏภาพตัวชักนำหมุนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งตามแนวดิ่ง เมื่อตัวชักนำหมุนมาถึงแกนกลาง จะถูกแทนที่ด้วยตัวทดสอบที่สุ่มไว้เป็นเวลา 0.15 วินาที หลังจากนั้นผู้ทดลองจะต้องเลือกทิศทางของตัวทดสอบว่าหันไปทางด้านใด ซ้ายหรือขวา ถ้าหากว่าผู้ทดลองเห็นว่าหน้าของตัวทดสอบหันไปตรงกลางก็สามารถเลือกด้านใดก็ได้ โดยการทดลองจะเปลี่ยนแปลงตัวชักนำทั้งสี่ แต่ยังคงใช้วิธีเดิม



รูปที่ 3.6 ลำดับการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2

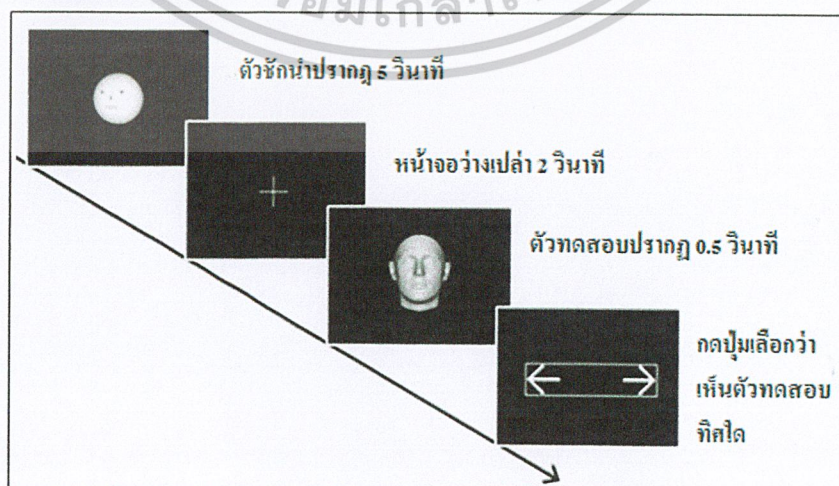
มีวิธีการทดลองคล้ายการทดลองที่ 1 คือตัวกระตุ้นจะหมุนจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง เมื่อตัวกระตุ้นหมุนถึงแกนกลางจะถูกแทนที่ด้วยตัวทดสอบเป็นเวลา 0.15 วินาที แล้วผู้ทดลองจะต้องเลือกทิศทางของตัวทดสอบว่าหันไปทางด้านใด โดยจะนำการตอบสนองทิศทางนี้ไปเข้าสมการในการคำนวณ (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 ลำดับการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 3

หลังจากปรากฏภาพตัวชักนำเป็นเวลา 5 วินาที จะเป็นภาพจอตว่างเปล่า 2 วินาที และจากนั้นจะปรากฏภาพตัวทดสอบ 0.15 วินาที ผู้ทดลองจะต้องเลือกว่าเห็นภาพทดสอบหันไปทางด้านใด ซ้ายหรือขวา (รูปที่ 3.8) ตำแหน่งของตัวชักนำจะอยู่ตำแหน่งเดิมเสมอ แต่ตำแหน่งของตัวทดสอบจะเลื่อนในทิศทางขึ้น



รูปที่ 3.8 ลำดับการทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

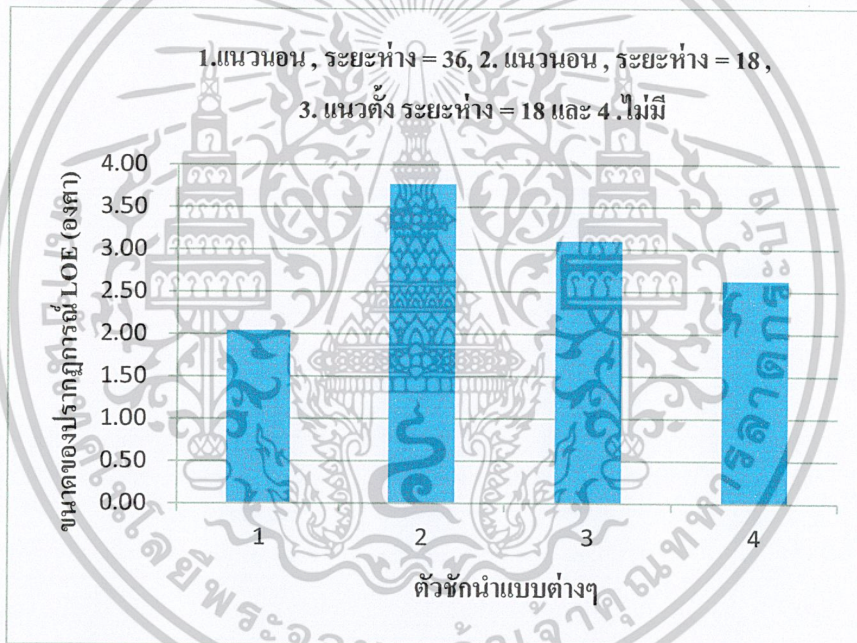
ผลการทดลองและสรุปผล

4.1 ผลการทดลอง

ผลการทดลองได้แยกออกเป็น 3 ด้วยกัน

การทดลองที่ 1 คุณลักษณะของสิ่งกระตุ้นที่มีผลต่อปรากฏการณ์ Looking off effect

การทดลองเมื่อได้เปรียบเทียบกับผลการทดลองก่อนหน้านี้พบว่ามีความแตกต่างเล็กน้อย แต่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า มีการเกิดปรากฏการณ์ LOE ในทุกกรณีของตัวแปรที่ทดลอง รวมถึงตัวแปร (4) ที่ตัวเหนี่ยวนำไม่มีจุดสีแดงด้วย จึงอาจอนุมานได้ว่าผู้ทดลองอาจรับรู้จุดสีเหลืองเสมือนว่าเป็นลักษณะของดวงตา



รูปที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองที่ 1 สรุปปริมาณการเกิดปรากฏการณ์(องศา)จากตัวชักนำรูปแบบต่างๆ

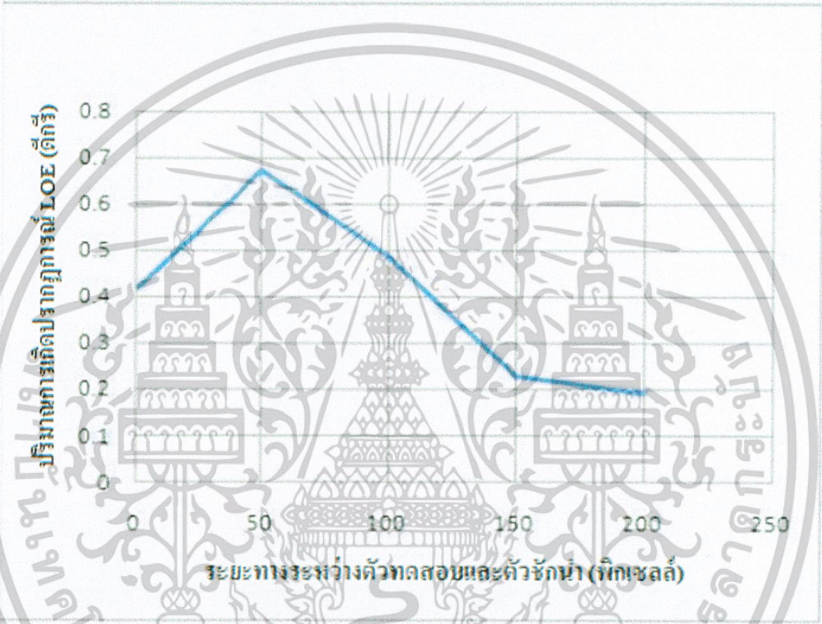
รูปแบบตาของตัว ชักนำ	แนวนอน , ระยะห่าง = 36	แนวนอน , ระยะห่าง = 18	แนวตั้ง ,ระยะห่าง = 18	ไม่มีตา
ขนาดการเกิดปรากฏการณ์จากผู้ทดลองแต่ละราย (องศา)				
ผู้ทดลองคนที่ 1	2.04	3.77	3.10	2.63
ผู้ทดลองคนที่ 2	1.9	0.92	0.98	0.11
ผู้ทดลองคนที่ 3	0.81	1.3	0.97	-0.03
ผู้ทดลองคนที่ 4	1.355	1.11	0.975	0.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 ผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อปรากฏการณ์
Looking off effect

รูปที่ 4.2 แสดงปริมาณของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพ ซึ่งเป็นผลจากระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำ จากการวิเคราะห์ทั้งสี่ทิศทางพบว่าการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งมีแนวโน้มที่จะลดลงผกผันกับระยะทางระหว่างตัวชักนำกับตัวทดสอบที่เพิ่มมากขึ้น และแทบจะมีการเปลี่ยนแปลงถ้าตัวแปรทั้งสองไม่มีการคาบเกี่ยวกัน (มากกว่า 150 พิกเซล) ซึ่งระยะที่คาบเกี่ยวกันคือ ตำแหน่ง 50 พิกเซลจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งสูงสุด จึงตรงกับสมมุติฐานจากการทดลองที่ 1 ที่ว่าปรากฏการณ์ LOE นี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่มีการรวมตัวกันของทิศทางของวัตถุ



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลการทดลองที่ 2 โดยวัดระยะทางขึ้นจากจุดศูนย์กลาง

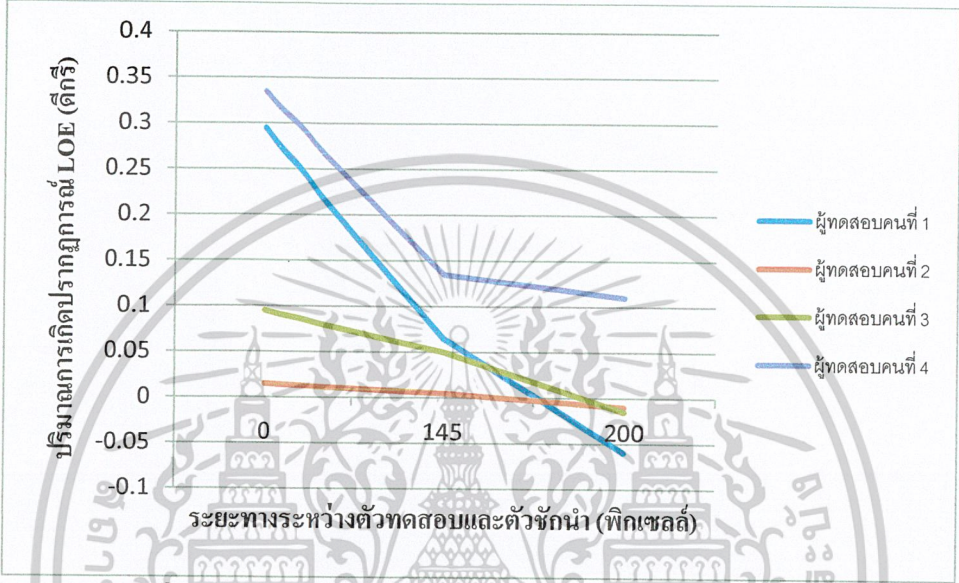
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองที่ 2 สรุปปริมาณการเกิดปรากฏการณ์(องศา)จากผู้ทดลอง 4 คน

ปริมาณการเกิดปรากฏการณ์จากแต่ละทิศทาง (องศา)	บน	ล่าง	ซ้าย	ขวา
ระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำ (พิกเซล)				
0	0.415	0.415	0.415	0.415
50	0.675	0.53	0.075	1.175
100	0.485	0.25	0.085	0.49
150	0.23	0.15	-0.14	0.05
200	0.19	-0.11	-0.095	-0.165

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 ผลของระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงลึก (Viewpoint after effect)

จากการทดลองนี้การปรากฏของตัวชักนำเป็นเวลา 5 นาที แล้วค้นด้วยหน้าจอสีดำ 2 วินาทีนั้นไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพระหว่างตัวเหนี่ยวนำและตัวทดสอบ จากรูปจะเห็นว่ายิ่งระยะห่างเพิ่มขึ้นมากเท่าไร การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของภาพยิ่งต่ำลง และมีการเปลี่ยนแปลง ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับ LOE ในสองการทดลองแรก



รูปที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 3 โดยวัดระยะทางขึ้นจากจุดศูนย์กลาง

จากการทดลองพบว่าหลังจากการปรับตัว หรือหลังจากดูตัวชักนำเป็นเวลาหนึ่งแล้ว ตัวทดสอบจะถูกบิดเบือนให้เปลี่ยนตำแหน่งไปในทิศทางตรงกันข้ามกับตัวชักนำ ตัวอย่างเช่น ถ้าดูตัวชักนำที่หันหน้าไป 15 องศาทางซ้าย จะรับรู้ว่าตัวทดสอบที่หันทำมุม 0.6 องศาทางซ้าย มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปทางขวาเล็กน้อย โดยขนาดของการบิดเบือนตำแหน่งนี้จะลดลงเมื่อตัวแปรทั้งสองทั้งสองอยู่ไกลกัน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองที่ 3 ปริมาณการเกิดปรากฏการณ์(องศา)

ปริมาณการเกิดปรากฏการณ์จากผู้ทดลอง (องศา)	ผู้ทดลองคนที่ 1	ผู้ทดลองคนที่ 2	ผู้ทดลองคนที่ 3	ผู้ทดลองคนที่ 4
ระยะทางระหว่างตัวทดสอบและตัวชักนำ (พิกเซล)				
0	0.295	0.015	0.095	0.335
145	0.065	0.005	0.05	0.135
200	-0.06	-0.01	-0.015	0.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 สรุปผลการทดลอง

1. การเกิดปรากฏการณ์ Looking off effect สามารถเกิดขึ้นได้แม้ว่าตัวแปรไม่ใช่ใบหน้า แต่จะเห็นได้ชัดกับตัวแปรที่เป็นหน้าปกติหรือผิดปกติเล็กน้อย อาจกล่าวได้ว่าระยะทางมีผลต่อปรากฏการณ์นี้ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการรับรู้ส่วนด้านหลังที่ใช้ประมวลผลเชิงพื้นที่และการเคลื่อนไหว

2. ระยะทางไม่มีผลต่อปรากฏการณ์ Viewpoint after effect และการทดลองใช้วิธีที่แตกต่างจาก Looking off effect

4.2 แนวทางการพัฒนาโครงการ

ทดสอบปัจจัยอื่น,ลำดับการนำเสนอภาพ และการหมุนแบบต่างๆที่คาดว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของภาพเมื่อวัตถุหมุน



บรรณานุกรม

- [1] Robert Snowden, Peter Thomson, Tom Troscianko. 2006. **Basic Vision: An Introduction to Visual Perception**. Oxford
- [2] Boynton,G., and Finney,E. (2003). Orientation-specific adaptation in human visual cortex. *J. Neurosci.* 23,8781-8787
- [3] Fang, F. & He, S. (2005). Viewer-centered object representation in the human visual system revealed by viewpoint Aftereffects, *Neuron*, 45(5), 793-800
- [4] Fang, F., Muray, S. O., & He, S. (2007). Duration-dependent fMRI adaptation and distributed viewer-centered face representation in human. *Cerebral Cortex*, 17, 1402-1411
- [5] Hashimoto, K., Matsumiya, K, Kuriki, I. and Shioiri, S. (2010) Looking off effect –shift of face direction caused by a rotating object, **Vision Sciences Society 10th Annual Meeting**, 2010. Abstract p. 301
- [6] Portois, G., Schwatz, S., Seghier, M. L., Lazeyras, F., & Vuilleumier,P. (2005). View-independent coding of face identity in frontal and temporal cortices is modulated by familiarity: an event-related fMRI study. *NeuronImage*, 24, 1214-1224
- [7] Whitney, D., & Cavanagh, P. (2000). Motion distorts visual space: Shifting the perceived positions of remote stationary objects. *Nature Neuroscience*, 3, 954-959.
- [8] Whitney, D. V., & Cavanagh, P. (2003). Motion adaptation shifts apparent position without the motion aftereffect. *Perception & Psychophysics*, 65, 1011-1018.
- [9] Yoshida,T. (1978).Orientation detectors in the human visual system and figural aftereffects. *Perception*, 7(6), 717-723

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวนัฐิกา รัตนกรกุล

วัน เดือน ปีเกิด 27 สิงหาคม 2530

ที่อยู่ 688/41 ซอยพญานาค ถนนพญาไท แขวงถนนเพชรบุรี เขตราชเทวี
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10400

ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษา โรงเรียนกุฎีวิทยาลัย
 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้