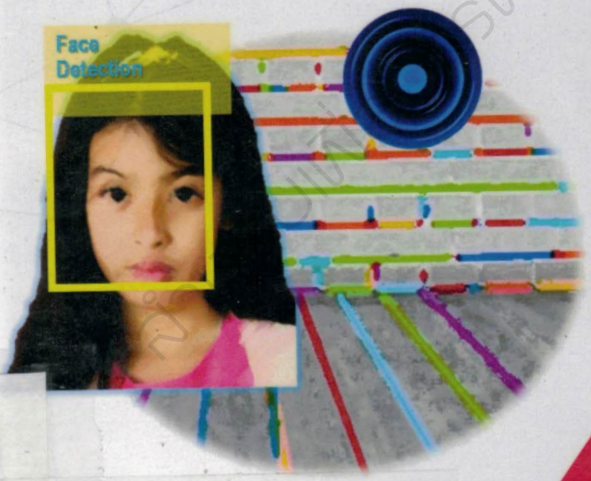
RMUTP

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ตำราเรียน การประมวลผลภาพดิจิทัล

Digital Image Processing



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดพระนครเหนือ
501031532

คำนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เก็บสัญญาณภาพดิจิทัลในปัจจุบันมีความก้าวหน้าและทันสมัยเป็นอย่างมาก และนั่นก็เป็นที่มาซึ่งข้อมูลภาพจำนวนมาก ข้อมูลเหล่านั้นถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วยศาสตร์การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) ซึ่งปัจจุบันถูกนำไปใช้ในระบบงานแอปพลิเคชันต่างๆ อาทิเช่น ระบบรู้จำตัวบุคคลด้วยลักษณะทางไบโอเมตริกซ์ ระบบการตรวจจับวัตถุและเฝ้าระวังภัย ระบบรู้จำตัวอักษร ระบบงานวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์ หรือวิเคราะห์ภาพทางการทหาร หรือแม้แต่ระบบงานแผนที่ภาพจากดาวเทียม นอกจากนี้การประมวลผลภาพดิจิทัลยังเป็นศาสตร์ที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนในอดีตได้

จะเห็นได้ว่าการประมวลผลภาพดิจิทัลเข้ามามีบทบาทอย่างมากในปัจจุบันก่อให้เกิดระบบงานแอปพลิเคชันในระดับสูงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคธุรกิจ ภาคอุตสาหกรรม การแพทย์ และการทหาร ศาสตร์ด้านการประมวลผลภาพดิจิทัลนั้นมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับศาสตร์ด้านต่างๆ ประกอบด้วย เซ็นเซอร์ตรวจจับสัญญาณภาพ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ หลักคณิตศาสตร์และสถิติ และการเรียนรู้เครื่อง ดังนั้นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิทัลจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นอย่างมากก่อนนำไปสู่การประยุกต์และพัฒนาแอปพลิเคชันในระดับสูงได้อย่างถูกต้อง

ตำราเล่มนี้เรียบเรียงขึ้นเพื่อนำเสนอเนื้อหาพื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ศึกษาได้เข้าใจถึงหลักการและการเขียนโปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพดิจิทัล อันเป็นพื้นฐานของการศึกษาและประยุกต์ใช้กับงานด้านการประมวลผลภาพขั้นสูงต่อไป โดยเนื้อหาเริ่มต้นจากการทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของการประมวลผลภาพดิจิทัล คุณลักษณะของภาพดิจิทัล เทคนิควิธีการประมวลผลภาพดิจิทัล อาทิ การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพบนโดเมนเชิงพื้นที่ และโดเมนเชิงความถี่ การกรองสัญญาณภาพด้วยตัวกรอง การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์รูปร่างมอร์โฟโลยี การแบ่งส่วนภาพ และการตรวจจับภาพ โดยในแต่ละบทจะมีตัวอย่างรหัสคำสั่ง ฟังก์ชันต่างๆ สำหรับการประมวลผลภาพด้วยเครื่องมือโปรแกรมแมทแลบ (MATLAB) เพื่อให้ผู้ศึกษาสามารถดัดแปลงและประยุกต์รหัสคำสั่งกับปัญหาอื่นๆ ที่ใกล้เคียงได้ ซึ่งชุดรหัสคำสั่งของตำรานี้ผู้ศึกษาสามารถติดต่อขอรับได้จาก veerawan.j@rmutp.ac.th โดยตำรานี้ผู้เรียบเรียงได้ใช้เป็นตำราหลักในการเรียนการสอนรายวิชา 02213414 การประมวลผลภาพดิจิทัล ซึ่งเป็นรายวิชาเลือกสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ของสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ในภาคเรียนที่ 2/2560 และได้มีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนและเพิ่มตัวอย่างระบบงานแอปพลิชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบันมากยิ่งขึ้น

ผู้เรียบเรียงขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนให้มีการพัฒนาหนังสือและตำรา และซอฟต์แวร์โปรแกรม MATLAB R2018a ลิขสิทธิ์ในการเรียนการสอน

ขอขอบคุณ สหพันธ์อุตสาหกรรมการพิมพ์ไทย (The Federation of Thai Printing Industries) ผู้พัฒนาและประดิษฐ์ฟอนต์อักษรตระกูล TF ผู้ประดิษฐ์ฟอนต์อักษรตระกูล DSN และผู้ประดิษฐ์ฟอนต์อักษรวรเศรษฐ สำหรับใช้พิมพ์ตำราเล่มนี้

สุดท้ายนี้ ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ตำรานี้จะเป็นประโยชน์แก่นิสิตนักศึกษา และผู้ที่สนใจงานด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล ความดีของตำราเล่มนี้ ขอมอบแด่บุพการีและครูบาอาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน ข้อผิดพลาด บกพร่องทั้งหมดที่เกิดขึ้น ผู้เรียบเรียงยินดีน้อมรับเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

veerawan.j@rmutp.ac.th

"สำหรับเพื่อการศึกษาและการค้าอย่างใดอย่างหนึ่ง"

สารบัญ

บทที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล **1**

1.1 การรับรู้และการมองเห็นของมนุษย์ 2
1.2 การรับรู้และการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ 6
1.3 นิยามและความสำคัญของศาสตร์การประมวลผลภาพดิจิทัล 13
1.4 การประยุกต์ใช้งานด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล 14
แบบฝึกหัดท้ายบท 15

บทที่ 2 ซอฟต์แวร์แมทแลบเครื่องมือสำหรับการประมวลผลภาพ **17**

2.1 ที่มาและหน้าจอหลักของซอฟต์แวร์ MATLAB 18
2.2 องค์ประกอบหลักของซอฟต์แวร์ MATLAB 18
2.3 หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 26
2.4 เครื่องมือ GUIDE ของ MATLAB 27
2.5 การใช้งานคอมโพเน้นท์ของ GUIDE 32
2.6 เครื่องมือเมนู 36
2.7 การสร้างแอปพลิเคชันด้วย MATLAB Complier 37
แบบฝึกหัดท้ายบท 41

บทที่ 3 คุณลักษณะภาพดิจิทัล **43**

3.1 นิยามของภาพดิจิทัล 44
3.2 ชนิดของภาพดิจิทัล 46
3.3 ลักษณะกราฟฮิตโตแกรมของภาพดิจิทัล 52
3.4 รูปแบบไฟล์ภาพดิจิทัล 53
3.5 ความละเอียดของภาพดิจิทัล 54
3.6 ขนาดไฟล์ภาพดิจิทัล 58
3.7 ความสัมพันธ์พื้นฐานระหว่างพิกเซล 59
3.8 โดเมนการดำเนินการกับภาพดิจิทัล 62
แบบฝึกหัดท้ายบท 65

"สำหรับใช้ประกอบการศึกษาและการอ้างอิงเท่านั้น"

บทที่ 4 การเพิ่มคุณภาพข้อมูลภาพดิจิทัลบนโดเมนเชิงพื้นที่ **67**

4.1 นิยามและความสำคัญการเพิ่มคุณภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ 68
4.2 การดำเนินการแปลงความเข้มแสงของภาพ 68
4.3 การดำเนินการแบบฮิตโตแกรม 78
4.4 การดำเนินการทางพีชคณิตและตรรกะ 84
4.5 การดำเนินการด้วยตัวกรองเชิงพื้นที่ 89
แบบฝึกหัดท้ายบท 93

บทที่ 5 การเพิ่มคุณภาพข้อมูลภาพดิจิทัลบนโดเมนเชิงความถี่ **95**

5.1 นิยามการเพิ่มคุณภาพข้อมูลเชิงความถี่ 96
5.2 การแปลงฟูเรียร์ภาพ 96
5.3 ตัวกรองสัญญาณความถี่ต่ำ 100
5.4 ตัวกรองสัญญาณความถี่สูง 104
5.5 ตัวกรองความถี่เฉพาะที่ 108
แบบฝึกหัดท้ายบท 112

บทที่ 6 การคืนสภาพข้อมูลภาพดิจิทัล **113**

6.1 นิยามและความสำคัญการคืนสภาพข้อมูลภาพดิจิทัล 114
6.2 แบบจำลองสัญญาณรบกวนภาพ 115
6.3 การเรียกคืนภาพด้วยตัวกรองสัญญาณรบกวนบนโดเมนเชิงพื้นที่ 119
6.4 การเรียกคืนภาพด้วยตัวกรองสัญญาณรบกวนภาพเบลอ 128
แบบฝึกหัดท้ายบท 132

บทที่ 7 การแปลงภาพทางเรขาคณิต **133**

7.1 หลักการทำงานและความสำคัญของการแปลงภาพทางเรขาคณิต 134
7.2 ระบบพิกัดของภาพในการแปลงทางเรขาคณิต 135
7.3 การแปลงภาพทางเรขาคณิตแบบเชิงเส้น 137
7.4 การแปลงภาพด้วยการปรับสเกล 143
7.5 การแปลงภาพด้วยการตัดภาพ 147
7.6 การแปลงภาพทางเรขาคณิตแบบไม่เป็นเชิงเส้น 148
แบบฝึกหัดท้ายบท 156

"ห้ามลอกเลียนแบบส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ นอกจากการอ้างอิงเพื่อการศึกษาและการอ้างอิงเท่านั้น"

บทที่ 8 การแปลงมาตรฐานระบบสีในภาพสี **157**

8.1 มาตรฐานระบบสี RGB 158
8.2 มาตรฐานระบบสีของ CIE 159
8.3 มาตรฐานและการแปลงระบบสี CMY และ CMYK 164
8.4 มาตรฐานและการแปลงระบบสี YIQ 166
8.5 มาตรฐานและการแปลงระบบสี YUV 167
8.6 มาตรฐานและการแปลงระบบสี HSV 168
8.7 ระบบสีฮิตโตแกรม 169
แบบฝึกหัดท้ายบท 173

บทที่ 9 การบีบอัดข้อมูลภาพดิจิทัล **175**

9.1 หลักการพื้นฐานการบีบอัดภาพ 176
9.2 ความซ้ำซ้อนของข้อมูลภาพ 181
9.3 เกณฑ์การวัดความสูญเสียของข่าวสาร 182
9.4 แบบจำลองการบีบอัดและเรียกคืนภาพ 109
9.5 ประเภทของการบีบอัดข้อมูลภาพ 184
9.6 หลักการเข้ารหัสข้อมูลภาพพื้นฐาน 185
9.7 เทคนิคการเข้ารหัสแบบ Huffman 190
9.8 เทคนิคการเข้ารหัสแบบเลขคณิต 193
9.9 เทคนิคการเข้ารหัสแบบ Run Length 194
9.10 มาตรฐานการบีบอัดแบบ JPEG 196
แบบฝึกหัดท้ายบท 201

บทที่ 10 การแบ่งส่วนภาพ **203**

10.1 ทฤษฎีพื้นฐานการแบ่งส่วนภาพ 204
10.2 การแบ่งส่วนภาพด้วยการกำหนดค่ากั้น 205
10.3 การแบ่งภาพด้วยการพิจารณาเชิงพื้นที่ 212
แบบฝึกหัดท้ายบท 224

"ห้ามจำหน่าย แจกจ่าย ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือกระทำการอื่นใดในลักษณะเดียวกัน"

บทที่ 11 การประมวลผลภาพด้วยมอร์โฟโลยี **227**
11.1 ทฤษฎีของเซตพื้นฐาน 228
11.2 หลักการของขั้นตอนวิธีมอร์โฟโลยี 230
11.3 ตัวดำเนินการหลักของมอร์โฟโลยี 233
11.4 ตัวดำเนินการอันดับรองของมอร์โฟโลยี 237
11.5 ตัวดำเนินการมอร์โฟโลยีเพื่อแปลงภาพ 239
แบบฝึกหัดท้ายบท 256

บทที่ 12 การตรวจจับ และการอธิบายข้อมูลภาพ **259**
12.1 เทคนิคการตรวจจับด้วยตัวกรอง 260
12.2 เทคนิคการตรวจจับด้วยการแปลงฮัฟ 272
12.3 เทคนิคการตรวจจับภาพด้วยตัวตรวจจับ 277
12.4 หลักการและความสำคัญของการแทนและอธิบายข้อมูลภาพ 282
แบบฝึกหัดท้ายบท 287

ภาคผนวก ก ตัวอย่างแอปพลิเคชันการประมวลผลภาพดิจิทัล **291**
ก.1 ระบบตรวจจับการเคลื่อนไหวด้วยกล้องดิจิตอลเว็บแคม 291
ก.2 ระบบนับจำนวนบุคคลด้วยการตรวจจับใบหน้ามนุษย์ 296
ก.3 การรู้จำใบหน้า 299

ภาคผนวก ข รูปประกอบเนื้อหาในบท **305**
ข.1 รูปประกอบบทที่ 3 305
ข.2 รูปประกอบบทที่ 4 306
ข.3 รูปประกอบบทที่ 6 309
ข.4 รูปประกอบบทที่ 10 310
ข.5 รูปประกอบบทที่ 12 311

บรรณานุกรม **313**

ดรรชนี **317**

"ลำดับเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามนำไปใช้ในการอ้างอิง"

1 INTRODUCTION DIGITAL IMAGE PROCESSING

ความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล

ในการศึกษาหลักการทฤษฎีต่างๆ ด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล เราควรต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการรับรู้และการมองเห็นภาพของมนุษย์ รวมทั้งการศึกษาถึงกลไกทางธรรมชาติภายในอวัยวะดวงตา เพื่อนำไปสู่การทำความเข้าใจถึงการมองเห็นภาพของคอมพิวเตอร์ และสามารถเข้าใจถึงความแตกต่างของภาพที่มนุษย์มองเห็นและภาพที่คอมพิวเตอร์มองเห็นว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ทั้งในด้านการได้มาซึ่งภาพ กายภาพของภาพ และอุปกรณ์ต่างๆ จนทำให้เกิดหลักการประมวลผลภาพดิจิทัลขึ้น สำหรับบทนี้ บรรยายเนื้อหารายละเอียดในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1.1 การรับรู้และการมองเห็นของมนุษย์

1.2 การรับรู้และการมองเห็นของคอมพิวเตอร์

1.3 นิยามและความสำคัญของศาตร์การประมวลผลภาพดิจิทัล

1.4 การประยุกต์ใช้งานด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล

"สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่าย"

วีรวรรณ จันทนะทรัพย์

1.1 การรับรู้และการมองเห็นของมนุษย์ (Human-Vision Perception)

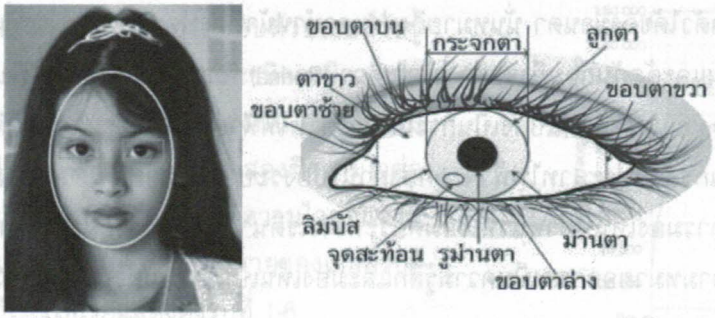
การมองเห็นและการรับรู้ภาพของมนุษย์เกิดขึ้นจากองค์ประกอบต่างๆ คือ กระบวนการรับรู้ทางแสง (Optical Processing) อวัยวะดวงตา (Human Eyes) และระบบประสาทการรับรู้ภาพในสมอง (Nervous System) โดยองค์ประกอบทั้งหมดจะทำงานสอดประสานกัน กล่าวคือ **เมื่อมีแสงซึ่งเป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) หลายๆ ช่วงความถี่มาตกกระทบวัตถุ อวัยวะดวงตาของมนุษย์จะทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเหล่านั้นด้วยกลไกภายในดวงตา จากนั้นดำเนินการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสประสาทไฟฟ้าแล้วส่งไปยังสมองเพื่อประมวลผลสร้างภาพให้รู้สึกมองเห็นพร้อมแปลความหมายข้อมูลภายในภาพ** แบบจำลองกระบวนการรับรู้และมองเห็นของมนุษย์แสดงดังรูปที่ 1-1

รูปที่ 1-1 แบบจำลองกระบวนการรับรู้และมองเห็นของมนุษย์

เมื่อทราบแล้วว่า องค์ประกอบหลักของการรับรู้และมองเห็นภาพของมนุษย์มีองค์ประกอบสำคัญอยู่ 3 ประการข้างต้น ดังนั้นเราจึงควรศึกษารายละเอียดขององค์ประกอบเหล่านั้นเพื่อที่จะได้เข้าใจถึงหลักการ และกลไกของธรรมชาติที่สรรสร้างขึ้นว่ามีการทำงานอย่างไร แม้ความซับซ้อนของกลไกบางอย่างของดวงตามนุษย์จะยังคงไม่ได้ถูกเปิดเผยทั้งหมดด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันก็ตาม แต่การศึกษาถึงหลักการทำงานที่อธิบายได้ขณะนี้ ก็จะทำให้เข้าใจหลักการรับรู้และการมองเห็นของมนุษย์มากขึ้น [7] และนำองค์ความรู้ที่ได้นี้ไปศึกษาถึงการมองเห็นภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างเช่นคอมพิวเตอร์ต่อไป

1.1.1 สรีระวิทยาของดวงตามนุษย์ (Human-Eye Physiology)

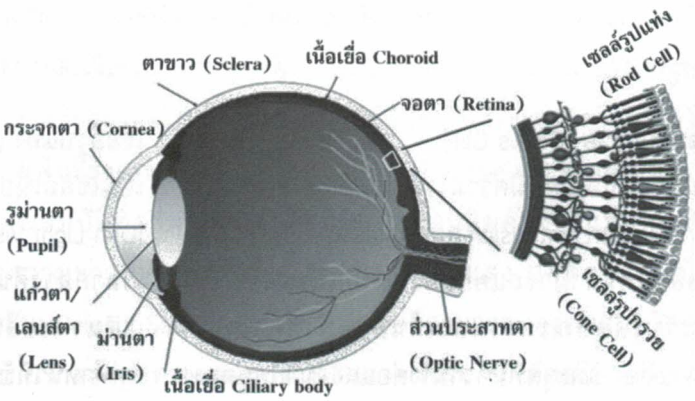
ดวงตา (Eye Human) คือ อวัยวะรับรู้ทางแสงให้มนุษย์สามารถมองเห็นภาพ และส่งข้อมูลไปแปลความหมายด้วยสมองอีกที การมองเห็นของมนุษย์เป็นกลไกที่ซับซ้อนและยังไม่เป็นที่เข้าใจลึกซึ้งนัก [1], [2] การบรรยายในส่วนนี้ผู้เรียบเรียงจะใช้ภาพโครงสร้างทางกายวิภาคภายนอกของดวงตามนุษย์และภาพตัดขวางตามแนวนอนของลูกตาเป็นแบบจำลองเพื่อช่วยอธิบายการมองเห็นของมนุษย์



รูปที่ 1-2 โครงสร้างทางกายวิภาคภายนอกของดวงตามนุษย์

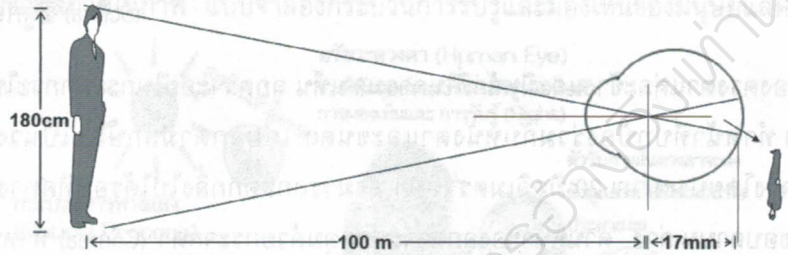
กายวิภาคภายนอกของดวงตามนุษย์จากรูปที่ 1-2 สามารถอธิบายได้ คือ ดวงตาเป็นอวัยวะคู่ มีข้างซ้าย-ขวาอยู่บนใบหน้า โดยดวงตาแต่ละข้างมีลักษณะเป็นวงรี มีส่วนที่เป็นเนื้อเหยื่อสีขาว (Sclera) มีลูกตา (Eye Ball) อยู่ตรงกลางของดวงตาแต่ละข้างและมีหน้าที่ในการมองเห็น ลูกตาจะอยู่ในกระดูกกระโหลก และมีส่วนเบ้าตา (Orbit) ทำหน้าที่ปกป้องร่วมกับหนังตาและขนตา โดยลูกตามีลักษณะเป็นวงกลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยประมาณ 20 มิลลิเมตร (มม.) สามารถกลอกกลิ้งไปได้รอบทิศทางภายใต้ขอบตาซ้าย-ขวา และขอบตาบน-ล่าง ด้านหน้าของลูกตาจะปกคลุมด้วยกระจกตา (Cornea) ทำหน้าที่รวมแสงไปตกยังเลนส์ตา (Lens) และจอตา (Retina) ที่อยู่ภายใน อย่างไรก็ตามเมื่อมองจากภายนอกจะเห็นว่าภายในลูกตาจะมีสีเป็นสีดำ สีน้ำตาล หรือสีฟ้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่เชื้อชาติของเจ้าของดวงตา โดยส่วนนี้เรียกว่าม่านตา (Iris) ซึ่งม่านตาของมนุษย์มีลวดลายที่แตกต่างกันไป ซึ่งพิสูจน์แล้วว่าลายม่านตาสามารถพิสูจน์อัตลักษณ์ตัวบุคคลได้ (Person Verification) บริเวณจุดกึ่งกลางลายม่านตาหรือจุดกึ่งกลางลูกตาจะมีรูเล็กๆ อยู่ภายใน เรียกว่า รูม่านตา (Pupil) ทำหน้าที่ให้แสงผ่านเข้าไปด้านในดวงตา และสามารถยืดหยุ่นขนาดได้เล็กน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของแสงที่ตกกระทบ อย่างไรก็ตามนอกจากอวัยวะสำคัญภายนอกที่มองเห็นแล้ว ยังพบว่าภายในดวงตายังมีเส้นเลือดฝอยอยู่ภายในเนื้อเหยื่อ และมีน้ำตาที่ถูกผลิตจากต่อมน้ำตา ทั้งนี้ก็เพื่อให้ความชุ่มชื้นกับเนื้อเยื่อต่างๆ ที่ปกคลุมส่วนนอกของลูกตานั่นเอง

สำหรับกลไลการมองเห็นได้คือ กระจกตา (cornea) ทำหน้าที่รวมแสงให้ไปตกลงในเลนส์ตา แล้วดำเนินการดูดซึมสเปคตรัมของแสงที่มองเห็น โดยแสงจะถูกส่งผ่านทางรูม่านตา (pupil) ซึ่งอยู่ ณ จุดกึ่งกลางม่านตา โดยรูม่านตาจะขยายกว้างหรือแคบนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณแสง แบบจำลองดังรูปที่ 1-3



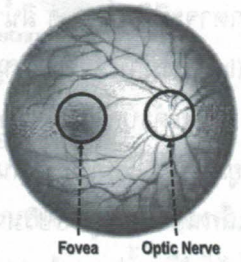
รูปที่ 1-3 แบบจำลองภาพตัดขวางตามแนวนอนของลูกตามนุษย์ [2]

จากการขยายตัวหรือหดตัวได้ของม่านตา นั่นหมายถึงม่านตาทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่เข้าสู่ดวงตานั่นเอง และแสงจะถูกรวมและตัดกันก่อนถึงจอตา หรือเรตินา (Retina) ที่อยู่ด้านหลังลูกตา ดังภาพแบบจำลองรูปที่ 1- 4 โดยพลังงานแสงจะถูกแปลงเป็นกระแสประสาทไฟฟ้าด้วยการกระตุ้นของตัวรับแสงภายในเรตินา โดยสัญญาณกระแสประสาทไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านไปยังระบบประสาทตา (Optic Nerve System) โดยกลุ่มเส้นประสาทการมองเห็นที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างเรตินากับสมองเพื่อนำข่าวสารไปยังสมอง และดำเนินการแปลความหมายออกมาเป็นความรู้สึกและมองเห็นเป็นสีของแสงนั้นๆ โดยภาพที่มนุษย์มองเห็นจะอยู่ลักษณะภาพ 3 มิติ [3], [4]



รูปที่ 1-4 แบบจำลองการสร้างภาพขึ้นในตามนุษย์

ตำแหน่งของการมองเห็นที่ชัดที่สุดของดวงตาอยู่ในแอ่งเล็กๆ ในจอตา ที่เรียกว่าจุดเหลือง (Fovea) ซึ่งมีขนาดประมาณ 17 ดีกรี (Degrees) หรือมีขนาดประมาณ 4.5-5.0 มิลลิเมตร โดยตำแหน่งของจุดเหลืองนั้นอยู่ตรงกันข้ามกับจุดกึ่งกลางของจอประสาทตามีลักษณะเป็นทรงกลมรูปวงรี มีขนาดโดยประมาณ 2 x1.5 มิลลิเมตร และเป็นจุดศูนย์กลางของระบบประสาทตาที่มีการแผ่กระจายของเส้นเลือดใหญ่ แบบจำลองดังรูปที่ 1-5



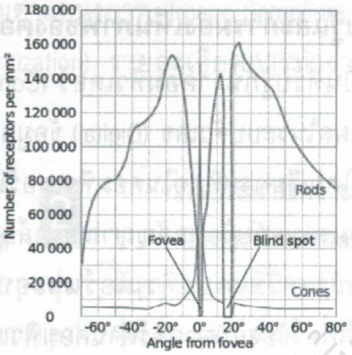
รูปที่ 1-5 แบบจำลองตำแหน่งที่มองเห็นชัดที่สุดของดวงตา [5]

โดยทั่วไปในดวงตามนุษย์ประกอบด้วยเซลล์รับแสง 2 ชนิด คือ เซลล์รับแสงรูปแท่งและเซลล์รับแสงรูปกรวย โดยเซลล์รับแสงทั้งสองชนิดทำหน้าที่รับรู้แสงสีแตกต่างกัน กล่าวคือ

เซลล์รูปกรวย (Cones Cell)
เป็นเซลล์เนื้อเยื่อที่มีความไวต่อแสงที่มีความสว่างมาก (Bright Light Vision จะหนาแน่นบริเวณโฟเวีย เซลล์ชนิดนี้สามารถแยกแยะแสงสีแต่ละสีได้ ซึ่งการรับรู้ลักษณะการมองเห็นภาพสี ที่เรียกว่า "Photopic" และจุดที่มีความไวต่อแสงสีมากอยู่ตรงบริเวณส่วนกลางของจอตาเรียกว่า จุดเหลือง หรือโฟเวีย (Fovea) [7]

เซลล์รูปแท่ง (Rods Cell)
เป็นเซลล์เนื้อเยื่อที่มีความไวต่อความสว่างน้อย (Dim Light Vision) หรือแสงคลื่นสั้นๆ แสงสลัวในเวลากลางคืน จะรวมตัวกันบริเวณรอบนอกของเรตินา เซลล์ชนิดนี้ไม่สามารถแยกแยะแสงสีได้ แต่ทำหน้าที่รับรู้การมองเห็นภาพสีระดับเทา หรือที่เรียกว่า "Scotopic" [7]

ภายในเซลล์รูปกรวยประกอบด้วยเซลล์รับรู้แสง 3 ชนิดด้วยกัน โดยแต่ละชนิดจะมีความไวต่อแสงสีปฐมภูมิที่แตกต่างกัน ชนิดแรกมีความไวต่อแสงสีแดง ชนิดที่สองมีความไวต่อแสงสีเขียว และชนิดที่สามมีความไวต่อแสงสีน้ำเงิน กราฟแสดงการกระจายของเซลล์รับรู้แสงบริเวณโฟเวียแสดงดังรูปที่ 1-6



รูปที่ 1-6 การกระจายของเซลล์รับรู้แสงบริเวณโฟเวีย [6]

1.1.2 กระบวนการทางแสง (Optical Processing)

แสง (light) เป็นพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic; EM) สามารถเคลื่อนที่จากแหล่งกำเนิดไปยังที่ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง แหล่งกำเนิดแสงสามารถแบ่งออกได้ 2 แหล่ง คือ แหล่งกำเนิดที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แสงดวงอาทิตย์ และแหล่งกำเนิดแสงที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น แสงสว่างจากหลอดไฟ เป็นต้น คลื่นแสงที่มนุษย์เห็นได้ด้วยดวงตามีค่าประมาณ 400-700 นาโนมิเตอร์ จากการศึกษาการทำงานของกลไกอวัยวะภายในดวงตาข้างต้นทำให้ทราบว่า ดวงตาของมนุษย์ตอบสนองต่อการมองเห็นสเปกตรัมของ "สีแดง" "สีเขียว" และ "สีน้ำเงิน" ซึ่งเป็นเป็นแม่สีหลัก ตัวอย่างการทดลองการมองเห็นแสงสีพลังงานแสงขาว (Spectrum of White Light) จากดวงอาทิตย์ของเซอร์ไอแซกนิวตันด้วยการใช้กระจกปริซึม พบว่าลำแสงที่ผ่านปริซึมประกอบด้วยสเปคตรัมของสีจากสีม่วงถึงสีแดงซึ่งค่าสีเหล่านั้นเรียกว่า "โทนสี (Hue)" นอกจากนี้ยังพบว่ามนุษย์มองเห็นสีน้ำเงินในระยะใกล้ และมองเห็นโทนสีแดงได้ดีในระยะไกล ดังจะเห็นได้ว่าตำรวจจราจรมักใส่เสื้อคลุมสีแดง หรือสีส้ม ก็เพื่อให้มองเห็นได้ชัดในระยะไกลนั่นเอง เราสามารถแบ่งประเภทพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกได้ 6 ประเภทหลักดังนี้ คลื่นวิทยุ (Radio) คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) รังสีอินฟาเรด (Infrared) แสงที่มองเห็น (Vision Light) รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) รังสีเอ็กซ์ และรังสีแกมม่า โดยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละประเภทมีความยาวคลื่น และการกระจายของรังสีมีความแตกต่างกัน บางครั้งความยาวคลื่นของแสงอาจไม่เพียงพอที่จะใช้วัดสีของแสงได้เนื่องจาก แสงบางสีที่พบในธรรมชาติอาจไม่พบในสีรุ้งของปริซึม เช่น แสงสี Purple ไม่พบในสีรุ้งเพราะม่วงในสีรุ้งคือ Violet สี Purple เกิดจากการผสมที่เท่าๆ กันของสีแดงและสีน้ำเงิน คุณสมบัติที่สามของแสงที่มีสีคือ "ความอิ่มตัวหรือแซ็ททูเรชั่น (Saturation)" คุณสมบัตินี้ใช้บ่งชี้ถึงความขาว (Whiteness) ของแหล่งกำเนิดแสง ปกติค่านี้วัดเป็นเปอร์เซ็นต์นั่นคือเปอร์เซ็นต์แซ็ททูเรชั่น (Percent Saturation) จึงทำให้มนุษย์สามารถมองเห็นเฉดสีตามธรรมชาติได้นั่นเอง เราสามารถใช้แบบจำลองรูปทรงกลมรูปที่ ข-3 (ภาคผนวก ข) เพื่ออธิบายถึงการมองเห็นเฉดสีตามธรรมชาติได้โดยเกิดจากการรับรู้แสงหลายแสงสีต่อเนื่องกัน [7]

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Walai Autolib

http://lib.rmutp.ac.th/Catalog/BibItem.aspx?BibID=b00101938

View map Multi view

Title	ตำราเรียนการประมวลผลภาพดิจิทัล = Digital image processing / วีรวรรณ จันทนะทรัพย์.
Author	วีรวรรณ จันทนะทรัพย์
Publication	กรุงเทพฯ : แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น, 2561
Detail	320 หน้า : ภาพประกอบ ; 25 ซม
Subject	การประมวลผลภาพ -- เทคนิคดิจิทัล.(+) ภาพดิจิทัล.(+)
Location	NBL
Source Types	Book

"สำหรับเพื่อการศึกษาและการอ้างอิงเท่านั้น"