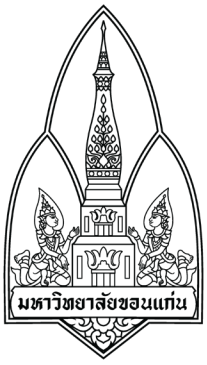
ทุนส่งเสริม
การผลิตตำรา

การประมวลผลภาพ ด้วยปัญญาประดิษฐ์

Digital Image Processing with Artificial Intelligence

ผศ. ดร.นพคุณ บุญสิม

คณะสหวิทยาการ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น



การประมวลผลภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพคุณ บุญสิม

คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ลำดับที่ 207

โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2565

ISBN (e-book) 978-616-438-796-6

นพคุณ บุญสิม.
การประมวลผลภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์ / นพคุณ บุญสิม. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย, 2565.

239 หน้า : ภาพประกอบ

1. การประมวลผลภาพ. 2. การแยกข้อมูลภาพ. 3. การรู้จำภาพ. 4. ปัญญาประดิษฐ์.
(1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย. คณะสหวิทยาการ. (2) ชื่อเรื่อง.

TA1637 น166 2565
ISBN (e-book) 978-616-438-796-6

จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ราคา 290 บาท
สงวนลิขสิทธิ์ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2565

คำนำ

ตำราเล่มนี้ใช้ประกอบในการเรียนวิชา 935442 และ IN405105 การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้เขียนได้เขียนขึ้นโดยอาศัยประสบการณ์ทั้งจากการเรียนและการทำวิจัย ในหัวข้อที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ การวิเคราะห์ภาพและการรู้จำรูปแบบภาพ พร้อมทั้งค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมทั้งจากตำราภาษาไทย ตำราต่างประเทศและงานวิจัย เนื้อหาในเอกสารนี้ประกอบด้วยหลักการพื้นฐานของภาพและขั้นตอนการประมวลผลภาพ การปรับปรุงภาพทั้งเชิงพื้นที่และความถี่ และได้เพิ่มเนื้อหาของเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ที่ใช้กับการประมวลผลภาพ โดยเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการเรียนรู้เชิงลึก พร้อมองค์ความรู้และการนำไปประยุกต์ใช้งานกับการตรวจจับวัตถุและการรู้จำภาพ นอกจากนี้ได้นำเสนอตัวอย่างการประมวลผลภาพด้วยโปรแกรมไพทอน เพื่อเพิ่มความเข้าใจให้กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น หากมีข้อผิดพลาดประการใดหรือต้องการแนะนำเพิ่มเติม ท่านสามารถติดต่อได้ทางอีเมล์ boonsim@kku.ac.th สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมตัวอย่างได้ที่ https://kku.world/0rddk

ผศ. ดร.นพคุณ บุญสิม
คณะสหวิทยาการ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
สารบัญภาพ		ฉ
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 การประมวลผลภาพ	2
	1.2 นิยามคำศัพท์	4
	1.3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ	8
	1.4 การรู้จำภาพ	12
	1.5 การประยุกต์ใช้งาน	14
	1.6 สรุป	19
บทที่ 2	**พื้นฐานของภาพ**	21
	2.1 พื้นฐานของภาพ	22
	2.2 คุณสมบัติของภาพ	27
	2.3 ประเภทของภาพ	29
	2.4 ระบบสี	32
	2.5 การปรับเปลี่ยนภาพ	37
	2.6 คุณสมบัติของพิกเซล	43
	2.7 สรุป	44
	คำถามท้ายบท	45
บทที่ 3	**การปรับปรุงภาพเชิงพื้นที่**	47
	3.1 การปรับปรุงภาพเชิงพิกเซล	48
	3.2 การปรับปรุงภาพเชิงพื้นที่	57
	3.3 สรุป	69
	คำถามท้าย	70

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 4	**การปรับปรุงภาพเชิงความถี่**	73
	4.1 การแปลงภาพในเชิงความถี่	74
	4.2 การปรับปรุงภาพในเชิงความถี่	77
	4.3 การกรองความถี่ต่ำผ่าน	78
	4.4 การกรองความถี่สูงผ่าน	85
	4.5 สรุป	90
	คำถามท้ายบท	91
บทที่ 5	**การบูรณะภาพ**	93
	5.1 ความเสื่อมของภาพ	94
	5.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน	95
	5.3 การบูรณะภาพ	98
	5.4 การลบสัญญาณรบกวนด้วยวิธีปัญญาประดิษฐ์	103
	5.5 สรุป	104
	คำถามท้ายบท	105
บทที่ 6	**การประมวลผลรูปร่างภาพ**	107
	6.1 การปะมวลผลรูปร่างภาพ	108
	6.2 รูปแบบโครงสร้างภาพ	108
	6.3 การขยายภาพ	112
	6.4 การกร่อนภาพ	114
	6.5 การเปิดภาพ	115
	6.6 การปิดภาพ	116
	6.7 สรุป	117
	คำถามท้ายบท	18

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
บทที่ 7	**การแยกส่วนภาพ**	121
	7.1 การแยกส่วนภาพ	122
	7.2 การแยกส่วนด้วยขอบภาพ	122
	7.3 การแยกส่วนด้วยระดับสี	129
	7.4 การแยกส่วนด้วยวิธีพื้นที่	132
	7.5 การแยกส่วนภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์	137
	7.6 สรุป	141
	คำถามท้ายบท	142
บทที่ 8	**การแทนข้อมูลภาพ**	145
	8.1 การแทนข้อมูลภาพ	146
	8.2 การแทนข้อมูลภาพเชิงพื้นที่	147
	8.3 การแทนข้อมูลภาพเชิงรูปร่างภาพ	151
	8.4 ข้อมูลการเรียนรู้เชิงลึก	156
	8.5 การประยุกต์ใช้งาน	161
	8.6 สรุป	163
	คำถามท้ายบท	164
บทที่ 9	**ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลภาพ**	165
	9.1 ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการประมวลผลภาพ	166
	9.2 ประเภทของการเรียนรู้ของเครื่อง	169
	9.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ของเครื่อง	170
	9.4 เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้เคียงมากที่สุด	172
	9.5 เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูล	174
	9.6 โครงข่ายใยประสาทเทียม	176
	9.7 สรุป	183
	คำถามท้ายบท	184

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 10 การตรวจจับวัตถุ	185
10.1 การตรวจจับวัตถุ	186
10.2 วิธีการประมวลผลภาพ	186
10.3 วิธีการปัญญาประดิษฐ์	189
10.4 วิธีการเรียนรู้เชิงลึก	192
10.5 การประเมินผล	199
10.6 สรุป	201
คำถามท้ายบท	202
บทที่ 11 การรู้จำภาพ	203
11.1 การรู้จำภาพ	204
11.2 การจับคู่ตัวแบบ	205
11.3 การเรียนรู้ของเครื่อง	207
11.4 การเรียนรู้เชิงลึก	210
11.5 ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงลึก	211
11.6 การเรียนรู้แบบส่งต่อ	220
11.7 โครงข่ายแบบปฏิปักษ์ในการสร้างข้อมูล	224
11.8 สรุป	225
คำถามท้ายบท	226
บรรณานุกรม	227
ดัชนี	233

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 1.1	การประมวลผลภาพระดับต่ำ	2
รูปที่ 1.2	การประมวลภาพระดับกลาง	3
รูปที่ 1.3	การประมวลผลภาพระดับสูง	3
รูปที่ 1.4	ขั้นตอนพื้นฐานของการประมวลผลภาพ	8
รูปที่ 1.5	ขั้นตอนการรับข้อมูลภาพ	9
รูปที่ 1.6	การปรับปรุงภาพให้คมชัดขึ้น	10
รูปที่ 1.7	การหมุนภาพ	10
รูปที่ 1.8	การบูรณะภาพจากสัญญาณรบกวน	11
รูปที่ 1.9	การเปลี่ยนแปลงรูปร่างภาพ	12
รูปที่ 1.10	การแยกส่วนภาพ	13
รูปที่ 1.11	การแทนค่าข้อมูลภาพ	14
รูปที่ 1.12	การรู้จำวัตถุในภาพ	14
รูปที่ 1.13	ตัวอย่างโปรแกรมแปลภาษา	15
รูปที่ 1.14	ระบบที่จอดรถอัตโนมัติ	15
รูปที่ 1.15	ระบบรู้จำใบหน้า	16
รูปที่ 1.16	ระบบตรวจจับเซลล์มะเร็ง	16
รูปที่ 1.17	ระบบรู้จำวัตถุสำหรับหุ่นยนต์	17
รูปที่ 1.18	ระบบรู้จำวัตถุสำหรับรถยนต์ไร้คนขับ	17
รูปที่ 1.19	ระบบรู้จำภาพรถยนต์	18
รูปที่ 1.20	ตัวอย่างการรู้จำภาพรถยนต์ในเวลากลางคืน	18
รูปที่ 2.1	ขั้นตอนการเกิดภาพ	22
รูปที่ 2.2	สเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้า	22
รูปที่ 2.3	ตัวอย่างภาพถ่ายจากรังสี	23
รูปที่ 2.4	เซนเซอร์แบบต่าง ๆ	24
รูปที่ 2.5	รูปแบบการสร้างภาพในกล้องถ่ายรูป	24
รูปที่ 2.6	การแสดงภาพในคอมพิวเตอร์	25
รูปที่ 2.7	การประมาณค่าสี	26
รูปที่ 2.8	การแทนภาพในคอมพิวเตอร์	27

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2.9	ภาพที่มีจำนวนพิกเซลแตกต่างกัน	28
รูปที่ 2.10	ภาพที่มีระดับสีแตกต่างกัน	29
รูปที่ 2.11	ภาพขาว – ดำ	30
รูปที่ 2.12	ภาพสีเทา	30
รูปที่ 2.13	ภาพดัชนี	31
รูปที่ 2.14	ภาพสี	31
รูปที่ 2.15	โปรแกรมสำหรับอ่านภาพ	32
รูปที่ 2.16	ระบบสี CMYK	33
รูปที่ 2.17	ระบบสี HSV	34
รูปที่ 2.18	โปรแกรมสำหรับการแปลงภาพเป็นสี HSV	36
รูปที่ 2.19	การแปลงภาพสี	36
รูปที่ 2.20	โปรแกรมสำหรับการปรับเปลี่ยนขนาดภาพ	37
รูปที่ 2.21	การเปลี่ยนขนาดภาพ	38
รูปที่ 2.22	โปรแกรมสำหรับการหมุนภาพ	39
รูปที่ 2.23	การหมุนภาพ	39
รูปที่ 2.24	โปรแกรมสำหรับการย้ายภาพ	40
รูปที่ 2.25	การย้ายภาพ	41
รูปที่ 2.26	โปรแกรมสำหรับการบิดภาพ	42
รูปที่ 2.27	การบิดภาพ	42
รูปที่ 2.28	พิกเซลใกล้เคียง	43
รูปที่ 3.1	การทำเนกาทีฟภาพของระดับสี	48
รูปที่ 3.2	โปรแกรมสำหรับการทำเนกาทีฟภาพ	49
รูปที่ 3.3	การปรับปรุงแบบเนกาทีฟภาพ	49
รูปที่ 3.4	โปรแกรมสำหรับการทำลอการิทึ่มภาพ	50
รูปที่ 3.5	การปรับปรุงแบบลอการิทึ่ม	51
รูปที่ 3.6	โปรแกรมสำหรับการทำเทรชโฮลด์ภาพ	51
รูปที่ 3.7	การปรับปรุงด้วยค่าเทรชโฮลด์	52
รูปที่ 3.8	โปรแกรมสำหรับการทำแกมมาภาพ	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3.9	การปรับปรุงค่าแกมมา	53
รูปที่ 3.10	ฮิสโตแกรมของภาพ	53
รูปที่ 3.11	การกระจายฮิสโตแกรม	54
รูปที่ 3.12	โปรแกรมกระจายฮิสโตแกรม	55
รูปที่ 3.13	การปรับปรุงฮิสโตแกรม	56
รูปที่ 3.14	ขั้นตอนการทำคอรีเลชั่นของภาพ	57
รูปที่ 3.15	ตัวอย่างขั้นตอนการทำคอรีเลชั่นของภาพ	58
รูปที่ 3.16	โปรแกรมสำหรับการทำคอรีเลชั่นภาพ	59
รูปที่ 3.17	ขั้นตอนการทำคอนโวลูชั่นของภาพและหน้าต่างกรอง	60
รูปที่ 3.18	หน้าต่างกรองเฉลี่ยขนาด 3 × 3 และขนาด 5 × 5	61
รูปที่ 3.19	การปรับปรุงภาพด้วยหน้าต่างกรองค่าเฉลี่ย	61
รูปที่ 3.20	หน้าต่างกรองแบบเกาส์เซียน	62
รูปที่ 3.21	การปรับปรุงภาพด้วยหน้าต่างเกาส์เซียน	62
รูปที่ 3.22	ขั้นตอนการกรองแบบมัธยฐาน	63
รูปที่ 3.23	การกรองภาพด้วยหน้าต่างค่ามัธยฐาน	63
รูปที่ 3.24	โปรแกรมสำหรับการทำกรองภาพ	64
รูปที่ 3.25	หน้าต่างกรองจากอนุพันธ์อันดับที่ 1	65
รูปที่ 3.26	ภาพที่กรองด้วยหน้าต่างกรองอนุพันธ์อันดับที่ 1	65
รูปที่ 3.27	หน้าต่างกรองโดยอนุพันธ์อันดับที่ 2	66
รูปที่ 3.28	ภาพที่กรองด้วยหน้าต่างกรองอนุพันธ์อันดับที่ 2	66
รูปที่ 3.29	ภาพที่กรองด้วยตัวกรองภาพเรียบ	67
รูปที่ 3.30	ตัวอย่างโปรแกรมการปรับปรุงภาพให้คมชัด	68
รูปที่ 4.1	การแทนสัญญาณความถี่ของข้อมูล	74
รูปที่ 4.2	ตัวอย่างบริเวณภาพที่สัญญาณความถี่ต่ำและความถี่สูง	74
รูปที่ 4.3	การแสดงภาพเชิงความถี่	75
รูปที่ 4.4	โปรแกรมสำหรับการแปลงภาพในเชิงความถี่	76
รูปที่ 4.5	การแปลงภาพในเชิงความถี่	77
รูปที่ 4.6	ขั้นตอนการปรับปรุงภาพในเชิงความถี่	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.7	บริเวณสัญญาณความถี่ต่ำ	78
รูปที่ 4.8	ตัวกรองความถี่ต่ำผ่านแบบอุดมคติ	79
รูปที่ 4.9	โปรแกรมสำหรับการกรองความถี่ต่ำผ่านแบบอุดมคติ	80
รูปที่ 4.10	การกรองแบบความถี่ต่ำผ่าน	82
รูปที่ 4.11	ตัวกรองความถี่ต่ำผ่านแบบบัตเตอร์เวิร์ท	83
รูปที่ 4.12	ภาพที่กรองความถี่ต่ำผ่านแบบบัตเตอร์เวิร์ท	83
รูปที่ 4.13	ตัวกรองความถี่ต่ำผ่านแบบเกาส์เซียน	84
รูปที่ 4.14	ภาพที่กรองความถี่ต่ำผ่านแบบเกาส์เซียน	85
รูปที่ 4.15	บริเวณสัญญาณความถี่สูง	85
รูปที่ 4.16	ตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบอุดมคติ	86
รูปที่ 4.17	โปรแกรมสำหรับการสร้างตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบอุดมคติ	86
รูปที่ 4.18	ภาพที่กรองความถี่สูงผ่านแบบอุดมคติ	87
รูปที่ 4.19	ภาพตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบบัตเตอร์เวิร์ท	87
รูปที่ 4.20	ภาพที่กรองความถี่สูงผ่านแบบบัตเตอร์เวิร์ท	88
รูปที่ 4.21	ตัวกรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน	88
รูปที่ 4.22	ภาพที่กรองความถี่สูงผ่านแบบเกาส์เซียน	89
รูปที่ 4.23	ภาพตัวอย่างการกรองภาพด้วยความถี่ต่ำและความถี่สูง	89
รูปที่ 5.1	ภาพถ่ายที่มีความเสื่อม	94
รูปที่ 5.2	ขั้นตอนการบูรณะภาพ	94
รูปที่ 5.3	ภาพต้นฉบับและฮิสโตแกรม	95
รูปที่ 5.4	สัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน	96
รูปที่ 5.5	โปรแกรมสำหรับการทำสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน	96
รูปที่ 5.6	สัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์	97
รูปที่ 5.7	ภาพที่กรองด้วยหน้าต่างกรองค่าเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์	98
รูปที่ 5.8	โปรแกรมสำหรับการกรองภาพด้วยตัวกรองค่าเฉลี่ย	99
รูปที่ 5.9	ภาพที่กรองด้วยหน้าต่างกรองค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต	99
รูปที่ 5.10	ภาพที่กรองด้วยหน้าต่างกรองมัธยฐาน	100
รูปที่ 5.11	โปรแกรมสำหรับการกรองภาพด้วยตัวกรองมัธยฐาน	101

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 5.12	ภาพค่าจุดกลางชุดข้อมูล	101
รูปที่ 5.13	ภาพที่กรองด้วยการกรองค่าจุดกลาง	102
รูปที่ 5.14	แสดงชุดข้อมูลสำหรับคำนวณค่าเฉลี่ย-อัลฟา	102
รูปที่ 5.15	ตัวอย่างโครงข่ายใยประสาทสำหรับการประมาณค่าสัญญาณรบกวน	103
รูปที่ 5.16	การลบสัญญาณรบกวนด้วยวิธีปัญญาประดิษฐ์	104
รูปที่ 6.1	การประมวลผลรูปร่างของภาพ	108
รูปที่ 6.2	โครงสร้างแบบวงกลม	109
รูปที่ 6.3	โครงสร้างแบบวงรี	109
รูปที่ 6.4	โครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส	110
รูปที่ 6.5	โครงสร้างแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า	110
รูปที่ 6.6	โครงสร้างแบบเส้นตรง	111
รูปที่ 6.7	โปรแกรมการสร้างโครงสร้างภาพ	111
รูปที่ 6.8	ตัวอย่างการขยายภาพ	112
รูปที่ 6.9	โปรแกรมการขยายภาพ	112
รูปที่ 6.10	การขยายภาพด้วยโครงสร้างแบบต่าง ๆ	113
รูปที่ 6.11	ตัวอย่างการกร่อนภาพ	114
รูปที่ 6.12	โปรแกรมการกร่อนภาพ	114
รูปที่ 6.13	การกร่อนภาพด้วยโครงสร้างแบบต่าง ๆ	115
รูปที่ 6.14	ตัวอย่างการเปิดภาพ	116
รูปที่ 6.15	โปรแกรมการเปิดภาพ	116
รูปที่ 6.16	ตัวอย่างการปิดภาพ	117
รูปที่ 6.17	โปรแกรมการปิดภาพ	117
รูปที่ 7.1	ตัวอย่างการแยกส่วนภาพ	122
รูปที่ 7.2	หน้าต่างกรองสำหรับการตรวจจับจุด	123
รูปที่ 7.3	โปรแกรมการตรวจจับจุด	123
รูปที่ 7.4	การตรวจจับเส้นขอบภาพ	124
รูปที่ 7.5	หน้าต่างกรองสำหรับการตรวจจับเส้นของภาพ	125
รูปที่ 7.6	หน้าต่างกรองวิธีโซเบล	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 7.7	การตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีโซเบล	126
รูปที่ 7.8	โปรแกรมการตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีโซเบล	126
รูปที่ 7.9	หน้าต่างกรองวิธีพรีวิตต์	127
รูปที่ 7.10	การตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีพรีวิตต์	127
รูปที่ 7.11	โปรแกรมการตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีพรีวิต	127
รูปที่ 7.12	ขั้นตอนการตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีแคนนี	128
รูปที่ 7.13	โปรแกรมการตรวจจับขอบภาพด้วยวิธีแคนนี	129
รูปที่ 7.14	การแยกส่วนภาพด้วยค่าเทรชโฮลด์	130
รูปที่ 7.15	โปรแกรมการแยกส่วนภาพสีเทา	131
รูปที่ 7.16	ตัวอย่างการแยกส่วนภาพสี	131
รูปที่ 7.17	โปรแกรมการแยกส่วนภาพสี	132
รูปที่ 7.18	ขั้นตอนการแยกส่วนภาพด้วยวิธีขยายพื้นที่	133
รูปที่ 7.19	การแยกส่วนภาพโดยวิธีขยายพื้นที่	134
รูปที่ 7.20	ขั้นตอนการแยกส่วนภาพด้วยวิธีแยกแล้วรวม	135
รูปที่ 7.21	การแยกส่วนภาพโดยวิธีขยายพื้นที่	136
รูปที่ 7.22	การแยกส่วนภาพโดยวิธีปัญญาประดิษฐ์	137
รูปที่ 7.23	การกำหนดข้อมูลสำหรับการฝึกฝน	138
รูปที่ 7.24	โปรแกรมการแยกส่วนภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์	139
รูปที่ 7.25	ตัวอย่างการแยกส่วนภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์	140
รูปที่ 8.1	ประเภทของวิธีการแทนค่าข้อมูลรูปร่างของวัตถุ	146
รูปที่ 8.2	ข้อมูลขนาดพื้นที่ของวัตถุ	147
รูปที่ 8.3	โปรแกรมสำหรับการแสดงขนาดพื้นที่ในภาพ	148
รูปที่ 8.4	ภาพตัวเลขแบบต่าง ๆ	149
รูปที่ 8.5	โปรแกรมสำหรับการหาจำนวนออยเลอร์ของภาพ	149
รูปที่ 8.6	ฮิสโตแกรมของภาพ	150
รูปที่ 8.7	พื้นผิวของภาพแบบต่าง ๆ	150
รูปที่ 8.8	ข้อมูลขนาดเส้นรอบรูปของวัตถุ	152
รูปที่ 8.9	รหัสรูปร่างแบบ 8 ทิศทาง	153

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 8.10	การแทนค่ารหัสรูปร่างกับวัตถุ	153
รูปที่ 8.11	ขั้นตอนของวิธีฮิสโตแกรมของทิศทางการเปลี่ยนแปลงข้อมูล	154
รูปที่ 8.12	โปรแกรมสำหรับแสดงฮิสโตแกรมของทิศทางการเปลี่ยนแปลงข้อมูล	155
รูปที่ 8.13	ข้อมูล HOG สำหรับแทนข้อมูลรูปร่างตัวเลข	156
รูปที่ 8.14	โครงข่ายใยประสาทสำหรับการเรียนรู้ข้อมูลเชิงลึก	156
รูปที่ 8.15	ตัวอย่างภาพข้อมูลเชิงลึกชั้นที่ 1	157
รูปที่ 8.16	ตัวอย่างภาพข้อมูลเชิงลึกชั้นที่ 2	157
รูปที่ 8.17	ตัวอย่างภาพข้อมูลเชิงลึกชั้นที่ 3 และ 4	158
รูปที่ 8.18	ตัวอย่างภาพข้อมูลเชิงลึกชั้นที่ 5	158
รูปที่ 8.19	โปรแกรมสำหรับการแสดงข้อมูลเชิงลึกของรูปภาพ	159
รูปที่ 8.20	ตัวอย่างข้อมูลจากการเรียนรู้เชิงลึก	160
รูปที่ 8.21	ตัวอย่างภาพถ่ายด้านหน้าและด้านหลังรถยนต์	161
รูปที่ 8.22	ตัวอย่างตำแหน่งไฟท้ายและป้ายทะเบียนรถยนต์สองประเภท	162
รูปที่ 9.1	การแสดงภาพเป็นจุดข้อมูลในระนาบ	166
รูปที่ 9.2	การแบ่งประเภทข้อมูลด้วยวิธีปัญญาประดิษฐ์	167
รูปที่ 9.3	ความสัมพันธ์ของเทคนิคปัญญาประดิษฐ์	168
รูปที่ 9.4	ขั้นตอนฝึกฝนการเรียนรู้ของเครื่อง	171
รูปที่ 9.5	การแบ่งส่วนข้อมูลสำหรับการฝึกฝนโมเดล	172
รูปที่ 9.6	เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้เคียงมากที่สุด	173
รูปที่ 9.7	เทคนิคการแบ่งกลุ่มข้อมูล	175
รูปที่ 9.8	ระบบประสาทและโครงข่ายใยประสาทเทียม	177
รูปที่ 9.9	เทคนิคโครงข่ายใยประสาทเทียม	178
รูปที่ 9.10	กราฟฟังก์ชันกระตุ้น	179
รูปที่ 9.11	การใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการแยกประเภทภาพสุนัข	180
รูปที่ 9.12	การแพร่แบบย้อยกลับ	181
รูปที่ 9.13	โครงข่ายใยประสาทเทียมการเรียนรู้เชิงลึก	183
รูปที่ 10.1	ตัวอย่างการตรวจจับวัตถุในภาพ	186
รูปที่ 10.2	ขั้นตอนการตรวจจับวัตถุ	187

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 10.3 โปรแกรมการตรวจจับตำแหน่งสุนัข	188
รูปที่ 10.4 การฝึกฝนโมเดลการตรวจจับใบหน้า	190
รูปที่ 10.5 ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าในภาพ	190
รูปที่ 10.6 โปรแกรมการตรวจจับตำแหน่งใบหน้าคน	191
รูปที่ 10.7 ตัวอย่างการตรวจจับตำแหน่งใบหน้าคน	192
รูปที่ 10.8 ขั้นตอนของ R-CNN	193
รูปที่ 10.9 ขั้นตอนของ Fast R-CNN	193
รูปที่ 10.10 ขั้นตอนของ Faster R-CNN	194
รูปที่ 10.11 เวลาในการตรวจจับวัตถุต่อ 1 ภาพของวิธีเชิงพื้นที่	195
รูปที่ 10.12 ขั้นตอนการทำงานของเทคนิค YOLO	195
รูปที่ 10.13 ตัวอย่างการตรวจจับวัตถุด้วยเทคนิค YOLO	196
รูปที่ 10.14 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของเทคนิค SSD	197
รูปที่ 10.15 ตัวอย่างการตรวจจับวัตถุในภาพด้วยเทคนิค SSD	197
รูปที่ 10.16 ตัวอย่างโปรแกรมสำหรับการตรวจจับวัตถุ	198
รูปที่ 10.17 อัตราส่วนการซ้อนทับของพื้นที่	200
รูปที่ 10.18 อัตราส่วนการซ้อนทับของพื้นที่แบบต่าง ๆ	201
รูปที่ 11.1 ขั้นตอนการรู้จำภาพ	204
รูปที่ 11.2 ตัวอย่างวิธีการจับคู่ตัวแบบ	205
รูปที่ 11.3 ตัวอย่างความหลากหลายของภาพอักษร ก	205
รูปที่ 11.4 โปรแกรมการจับคู่ตัวแบบ	206
รูปที่ 11.5 ขั้นตอนการรู้จำภาพด้วยวิธีการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์	207
รูปที่ 11.6 โปรแกรมการรู้จำภาพด้วยวิธีการมองเห็นของคอมพิวเตอร์	208
รูปที่ 11.7 ตัวอย่างข้อมูลภาพตัวเลขสำหรับการฝึกฝน	209
รูปที่ 11.8 ตัวอย่างการรู้จำภาพทดสอบ	210
รูปที่ 11.9 ตัวอย่างการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการรู้จำภาพ	210
รูปที่ 11.10 ตัวอย่างขั้นตอนการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับรู้จำภาพ	211
รูปที่ 11.11 ตัวอย่างข้อมูลจากการคอนโวลูชันภาพ	212
รูปที่ 11.12 การเลือกข้อมูลแบบค่ามากที่สุด	213

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 11.13 การกระจายข้อมูล	213
รูปที่ 11.14 แสดงลำดับชั้นรวมข้อมูล	214
รูปที่ 11.15 โปรแกรมการรู้จำภาพด้วยวิธีการเรียนรู้เชิงลึก	215
รูปที่ 11.16 โปรแกรมการรู้จำภาพด้วยโมเดลที่ฝึกฝนแล้ว	218
รูปที่ 11.17 ภาพทดสอบ	219
รูปที่ 11.18 ภาพผลลัพธ์การรู้จำภาพ	219
รูปที่ 11.19 การเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการรู้จำภาพรถยนต์	220
รูปที่ 11.20 การเรียนรู้แบบส่งต่อ	221
รูปที่ 11.21 การเรียนรู้แบบส่งต่อจากโมเดลที่ฝึกฝนแล้ว	221
รูปที่ 11.22 โปรแกรมการเรียนรู้แบบส่งต่อ	222
รูปที่ 11.23 โครงข่ายปฏิปักษ์ในการสร้างข้อมูลภาพ	225

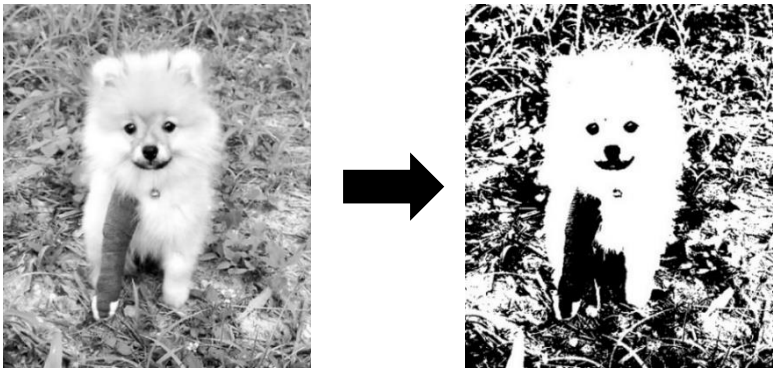
บทที่ 1
บทนำ

ภาพรวมของเนื้อหาในตำราการประมวลผลภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์เล่มนี้ประกอบไปด้วยสามกระบวนการหลักคือ การประมวลผลภาพ การรู้จำภาพและการประยุกต์ใช้งาน การประมวลผลภาพคือกระบวนการในการปรับเปลี่ยนภาพหรือปรับปรุงภาพซึ่งมีการดำเนินการทั้งในระดับพิกเซล (Pixel) พื้นที่ (Region) และทั้งรูปภาพ (Entire image) โดยจะมีการอธิบายความหมาย ขั้นตอนและเทคนิคต่าง ๆ ในการประมวลผลภาพ กระบวนการต่อมาคือการรู้จำภาพเป็นวิธีการนำเสนอข้อมูลภาพ เทคนิค วิธีเพื่อการรู้จำภาพ และกระบวนการสุดท้ายคือการประยุกต์ใช้งานเป็นการอธิบายถึงการนำเทคนิคการประมวลผลภาพต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้งานเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น การปรับปรุงภาพให้มีความคมชัดมากขึ้น การรู้จำภาพตัวอักษรซึ่งมีการใช้งานในการรู้จำป้ายทะเบียนรถยนต์ การรู้จำรูปแบบวัตถุต่าง ๆ เพื่อการใช้งานของหุ่นยนต์และสุดท้ายการรู้จำวัตถุต่าง ๆ ในภาพ เช่น ถนน รถยนต์ คน และตึก เพื่อช่วยงานในระบบขับรถยนต์อัตโนมัติ

1.1 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพเป็นการดำเนินการเพื่อเปลี่ยนแปลงภาพต้นฉบับให้เป็นอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ซึ่งสามารถสรุปได้พอสังเขป 3 อย่างคือการปรับปรุงภาพเพื่อให้ผู้ใช้นำไปแปลผลต่อ การปรับปรุงภาพเพื่อการนำไปใช้ในงานของการวิเคราะห์และการมองเห็นของเครื่องและสุดท้าย การปรับปรุงภาพเพื่อการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผลภาพแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือระดับต่ำ (Low-level) กลาง (Mid-level) และสูง (High-level)

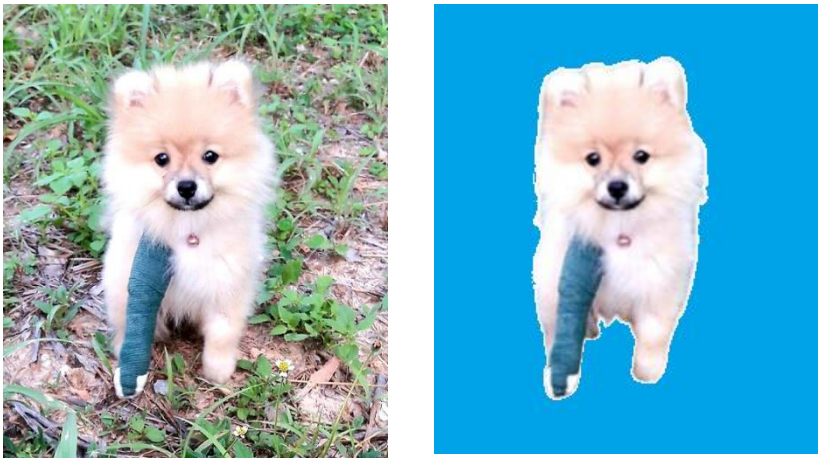
1) การประมวลผลภาพระดับต่ำ (Low-level) เป็นการประมวลผลภาพในระดับพิกเซลหรือหน่วยที่เล็กที่สุดของภาพซึ่งจะทำการปรับเปลี่ยนระดับสีของภาพ ข้อมูลที่นำเข้าและส่งออกจะเป็นรูปภาพ ตัวอย่างการดำเนินการเช่น การทำให้ภาพสว่างขึ้นหรือมืดลง การลบสัญญาณรบกวน การทำให้ภาพคมชัดขึ้นและการทำให้ภาพราบเรียบ รูปที่ 1.1 แสดงตัวอย่างการประมวลผลภาพระดับต่ำเพื่อลบสัญญาณรบกวนในภาพต้นฉบับซึ่งจะเป็นการดำเนินการปรับปรุงสีของพิกเซลในภาพผลลัพธ์



ภาพต้นฉบับ ภาพผลลัพธ์

รูปที่ 1.1 ตัวอย่างการประมวลผลภาพระดับต่ำ

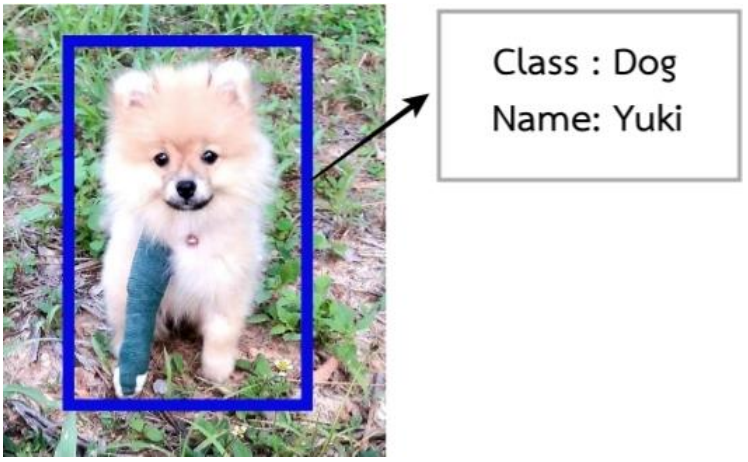
2) การประมวลผลภาพระดับกลาง (Mid-level) เป็นการประมวลผลภาพเพื่อหาข้อมูลของภาพ เช่น ข้อมูลตำแหน่งของวัตถุ ข้อมูลที่นำเข้าเป็นรูปภาพแต่ข้อมูลส่งออกจะเป็นข้อมูลภาพตำแหน่ง ขนาดและรูปร่างของภาพ ตัวอย่างงานของขั้นตอนนี้คือ การแยกส่วนภาพ การระบุตำแหน่งวัตถุ รูปที่ 1.2 แสดงตัวอย่างการประมวลผลภาพระดับกลางเป็นการการแยกส่วนภาพของสุนัขออกจากพื้นหลัง



ภาพต้นฉบับ ภาพผลลัพธ์

รูปที่ 1.2 ตัวอย่างการประมวลภาพระดับกลาง

3) การประมวลผลภาพระดับสูง (High-level) เป็นกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อหาความหมายหรือทำความเข้าใจภาพหรือส่วนของภาพ เช่น การรู้จำวัตถุภายในภาพ ซึ่งจะต้องอาศัยข้อมูลของภาพซึ่งอาจจะเป็น สี ขนาด หรือรูปร่างของภาพ เช่น การระบุตัวบุคคล การรู้จำตัวอักษร และการรู้จำภาพ รูปที่ 1.3 แสดงตัวอย่างการประมวลผลภาพระดับสูงเป็นการรู้จำภาพซึ่งเป็นประเภท (Class) สุนัข (Dog) และมีชื่อ (Name) คือยูกิ (Yuki)



รูปที่ 1.3 ตัวอย่างการประมวลผลภาพระดับสูง

1.2 นิยามคำศัพท์

เพื่อให้เกิดการเข้าใจตรงกันในตำราเล่มนี้ได้ใช้คำศัพท์และคำเฉพาะตามตาราง โดยได้กำกับศัพท์บัญญัติสำนักงานราบัณฑิตยสภาไว้แล้วดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางคำศัพท์

คำศัพท์	คำที่ใช้ในตำรา	คำศัพท์ราชบัณฑิต
Activation function	ฟังก์ชันกระตุ้น	
Adaptive histogram equalization	ฮิสโตแกรมแบบปรับค่าได้	
Artificial Neural Network	โครงข่ายใยประสาทเทียม	
Aspect ratio	อัตราส่วนภาพ	อัตราส่วนลักษณะ
Back propagation	การแพร่ย้อนกลับ	
Binary	ภาพขาว-ดำ	ฐานสอง
Blur	ความเบลอของภาพ	
Boundary	เส้นรอบวัตถุ	
Bounding box	กล่องล้อมรอบวัตถุ	
Butterworth	บัตเตอร์เวิร์ท	
Cascade classifier	เทคนิคการแยกประเภทแบบลำดับชั้น	
Chain code	รหัสรูปร่าง	รหัสลูกโซ่
Circularity ratio	อัตราส่วนทรงกลม	
Classification	การแยกประเภทข้อมูล	
Classifier	เทคนิคการแยกประเภท	ลักษณนาม
Cluttering	การแบ่งกลุ่มข้อมูล	
Color	ภาพสี	
Computer vision	การมองเห็นของเครื่อง	คอมพิวเตอร์วิทัศน์
Confidence score	คะแนนความเชื่อมั่น	
Connected component analysis	การวิเคราะห์เชิงพื้นที่	

ตารางที่ 1.1 ตารางคำศัพท์ (ต่อ)

คำศัพท์	คำที่ใช้ในตำรา	คำศัพท์ราชบัณฑิต
Contour	เส้นรอบวัตถุ	
Convolution	คอนโวลูชัน	
Convolution Neural Network	โครงข่ายใยประสาทแบบคอนโวลูชั้น	
Correlation	คอรีเลชัน	
Dataset	ชุดข้อมูล	
Decision tree	ต้นไม้การตัดสินใจ	ต้นไม้การตัดสินใจ
Deep learning	การเรียนรู้เชิงลึก	
Degradation	ความเสื่อมของภาพ	การเสื่อม
Dilation	การขยายภาพ	
Discriminator	โครงข่ายตัดสินข้อมูล	ตัวคัด
Entropy	ความกำกวม	เอนโทรปี
Erosion	การกร่อนภาพ	
Faster R-CNN	Faster R-CNN	
Feature	ข้อมูลคุณลักษณะเด่น	ลักษณะ, ลักษณ์
Filter	หน้าต่างกรอง	ตัวกรอง
Flatten	การกระจายข้อมูล	
Fourier	ฟูเรียร์	
Frequency domain	โดเมนเชิงความถี่	
Gamma correction	การปรับค่าแกมมา	
Gaussian	เกาส์เซียน	
Generative Adversarial Network	โครงข่ายแบบปฏิปักษ์สร้างข้อมูล	
Generator	โครงข่ายสร้างข้อมูล	ตัวก่อกำเนิด, เครื่องก่อกำเนิด, ตัวสร้าง

ตารางที่ 1.1 ตารางคำศัพท์ (ต่อ)

คำศัพท์	คำที่ใช้ในตำรา	คำศัพท์ราชบัณฑิต
Gray	ภาพสีเทา	
Ground truth	ผลเฉลย (ของชุดข้อมูล)	
Harr feature	ข้อมูลลักษณะเด่นแบบฮาร์	
Histogram	ฮิสโตแกรม	
Histogram equalization	การกระจายฮิสโตแกรม	
HOG	ฮิสโตแกรมการเปลี่ยนแปลงข้อมูล	
Ideal	อุดมคติ	
Index	ภาพดัชนี	
Intersection over Union	อัตราการซ้อนทับของพื้นที่	
k-Nearest Neighbor	เทคนิคเพื่อนบ้านใกล้เคียงที่สุด	
Label	ป้ายชื่อ	ป้าย
Learning	การเรียนรู้	
Local Binary Pattern	รูปแบบภาพขาว-ดำเชิงพื้นที่	
Logarithm image	ลอการิทึมภาพ	
Machine learning	การเรียนรู้ของเครื่อง	การเรียนรู้ของเครื่อง
Median	ค่ามัธยฐาน	
Model	โมเดล	แบบจำลอง, ตัวแบบ
Morphological	การปรับเปลี่ยนโครงสร้าง	
Negative image	เนกาทีฟภาพ	
Noise	สัญญาณรบกวน	เสียงรบกวน, สัญญาณรบกวน
Object detection	การตรวจจับวัตถุ	
Optimized	การหาข้อมูลที่ดีที่สุด	
Pattern	รูปแบบ	แบบ, แบบรูป, แบบอย่าง

ตารางที่ 1.1 ตารางคำศัพท์ (ต่อ)

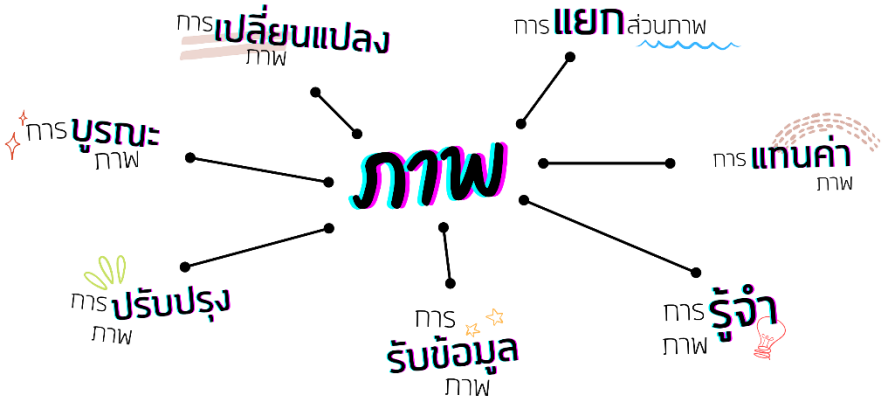
คำศัพท์	คำที่ใช้ในตำรา	คำศัพท์ราชบัณฑิต
Pooling	การเลือกข้อมูล	
Precision	ความแม่นยำ	ความเที่ยง
Pre-trained model	โมเดลที่ฝึกฝนแล้ว	
Quantization	การประมาณค่าสี	การแจงหน่วย
Random forest	แรนดอมฟอเรส	
Recall	ความระลึก	เรียกคืน
Recognition	การรู้จำภาพ	การรู้จำ
Representation	การแทนค่าภาพ	การแทน
Restoration	การบูรณะภาพ	
Rotation	การหมุนภาพ	
Sampling	การประมาณค่าพื้นที่	การชักตัวอย่าง
Scaling	การปรับขนาดภาพ	
Segmentation	การแยกส่วนภาพ	การแบ่งย่อย, การตัดแยก, การแบ่งส่วน
Shape	รูปร่าง	
Sharpening	การปรับภาพให้คมชัด	
Shearing	การบิดภาพ	
Sigmoid function	ฟังก์ชันซิกมอยด์	
Smoothing	การปรับภาพเรียบ	
Spatial domain	โดเมนเชิงพื้นที่	
SSD	SSD	
Standard deviation	ความแปรปรวน	
Supervised learning	การเรียนรู้แบบมีผู้แนะนำ	
Support Vector Machine	ซัพพอท เวคเตอร์ แมชชีน	
Template matching	การจับคู่ตัวแบบ	

ตารางที่ 1.1 ตารางคำศัพท์ (ต่อ)

คำศัพท์	คำที่ใช้ในตำรา	คำศัพท์ราชบัณฑิต
Testing	การทดสอบ	การทดสอบ
Texture	รูปแบบพื้นผิว	
Threshold	ค่าเทรทโฮลด์	ขีดเริ่มเปลี่ยน, ขีดแบ่ง
Training	การฝึกฝน	
Transfer learning	การเรียนรู้แบบส่งต่อ	
Transformation	การปรับเปลี่ยนภาพ	
Translation	การย้ายตำแหน่งภาพ	
Uniformity	ความเป็นหนึ่งเดียว	
Unsupervised learning	การเรียนรู้แบบไม่มีผู้แนะนำ	
Validation	การตรวจสอบ	
YOLO	YOLO	

1.3 ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพแบ่งออกเป็นวิธีต่าง ๆ ได้ดังนี้ การรับข้อมูลภาพ (Image acquisition) การปรับปรุงภาพ (Image enhancement) การบูรณะภาพ (Image restoration) และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างภาพ (Morphological operation) การแยกส่วนภาพ (Image segmentation) การแทนค่าภาพ (Image representation) การรู้จำภาพ (Image recognition) รูปที่ 1.4 แสดงภาพขั้นตอนพื้นฐานของการประมวลผลภาพ



รูปที่ 1.4 ขั้นตอนพื้นฐานของการประมวลผลภาพ