

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1	การกระจายความหนาแน่นการแผ่รังสีตามความยาวคลื่น 8
รูปที่ 1.2	พลังงานที่แผ่ออกจากเทหวัตถุดำที่มีอุณหภูมิ 290° K และ 5900° K 9
รูปที่ 1.3	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 10
รูปที่ 1.4	ความยาวคลื่นสั้นและความยาวคลื่นยาว 11
รูปที่ 1.5	ช่วงแกว่งของคลื่น 12
รูปที่ 1.6	ปริซึมแยกแสงสีขาว 13
รูปที่ 1.7	ตามนุษย์ไวต่อแสงในช่วงคลื่นแสงที่แตกต่างกัน 14
รูปที่ 1.8	ความเข้มของการกระจายแบบเรย์เลเป็นสัดส่วนผกผันกับความยาวคลื่น 16
รูปที่ 1.9	แสงหักเหเมื่อเดินทางผ่านตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกัน 18
รูปที่ 1.10	การดูดซับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในบรรยากาศและหน้าต่างบรรยากาศ 19
รูปที่ 1.11	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างรังสีดวงอาทิตย์กับวัตถุเป้าหมายบนพื้นโลก 20
รูปที่ 1.12	ทิศทางและมุมสูงของดวงอาทิตย์ 21
รูปที่ 1.13	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของดิน น้ำ และพืชพรรณ 22
รูปที่ 1.14	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของ (ก) ไม้ผลัดใบ (ข) ต้นสน (ค) ทุ่งหญ้าแห้ง และ (ง) ทุ่งหญ้าที่เขียวสมบูรณ์ 23
รูปที่ 1.15	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของ ก) หินแกรนิต และ ข) หินบะซอลต์ 25
รูปที่ 1.16	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของดิน 27
รูปที่ 2.1	การบินถ่ายภาพทางอากาศ 31
รูปที่ 2.2	ก. หลักการโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ ข. ตัวอย่างวงโคจรดาวเทียม LANDSAT-4, -5 32
รูปที่ 2.3	การโคจรของดาวเทียม LANDSAT 34
รูปที่ 2.4	ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งภาพดาวเทียมที่ครอบคลุมพื้นผิวโลก แถบประเทศไทย 35
รูปที่ 2.5	ความหมายของความละเอียดเชิงพื้นที่ 36
รูปที่ 2.6	ความละเอียดเชิงพื้นที่ 36
รูปที่ 2.7	ความเข้มระดับสีเทา 37
รูปที่ 2.8	ความเปรียบต่างของเส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของพืช ที่สมบูรณ์และพืชที่ไม่สมบูรณ์ 38
รูปที่ 2.9	ผังแสดงการแบ่งประเภทของเครื่องตรวจวัด 40
รูปที่ 2.10	ผังเครื่องกราดภาพเชิงกลแสง 41
รูปที่ 2.11	การกราดภาพแบบวิซาร์ดรัมของเครื่องกราดเชิงกลแสง 42
รูปที่ 2.12	การกราดภาพแบบพูซรัม 48

รูปที่ 2.13	แนวกราฟของดาวเทียม SPOT และการบันทึกข้อมูลในมุมเฉียง	49
รูปที่ 2.14	มุมกด มุมตกกระทบและฟิลล์	55
รูปที่ 2.15	การวางตัวของสนามไฟฟ้าของคลื่นไมโครเวฟขณะส่งผ่านและรับกลับ	55
รูปที่ 2.16	เครื่องกราฟหลายช่วงคลื่นที่ติดตั้งบนเครื่องบิน	60
รูปที่ 3.1	การจัดเก็บค่าความสว่างของจุดภาพแยกแต่ละแบนด์	70
รูปที่ 3.2	ค่าความสว่างของภาพดาวเทียมเชิงเลขขนาด 4 x 5 แบนด์ 1 2 และ 3	70
รูปที่ 3.3	รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลหลายช่วงคลื่น	72
รูปที่ 3.4	ส่วนประกอบของดวงตาที่ทำหน้าที่ในการมองเห็น	73
รูปที่ 3.5	การรับรู้เรื่อง “สี” ของตามนุษย์	74
รูปที่ 3.6	สามเหลี่ยมฟาไซ	74
รูปที่ 3.7	การรับรู้ “สี” เมื่อวัตถุเป็นสีต่างๆ	75
รูปที่ 3.8	แบบจำลองปริภูมิสถานะสี	76
รูปที่ 3.9	แบบจำลอง เอช เอส ไอ ในการรับรู้สีสัน	77
รูปที่ 3.10	ผังขั้นตอนของการแสดงผลภาพบนจอคอมพิวเตอร์	78
รูปที่ 3.11	การแสดงผลข้อมูลเชิงเลขของภาพดาวเทียมบนจอภาพ	79
รูปที่ 3.12	ตัวอย่างการย่อภาพให้เหลือเพียง 1 ใน 4 ของภาพเดิม	81
รูปที่ 3.13	ตัวอย่างการขยายภาพโดยมีปัจจัยการขยาย 2 x	81
รูปที่ 3.14	ภาพดาวเทียมสีผสมสีธรรมชาติ (R G B) แบนด์ 3 2 1	83
รูปที่ 3.15	ภาพดาวเทียมสีผสมเท็จ (R G B) แบนด์ 4 3 2	83
รูปที่ 4.1	แผนภาพแบบแท่งของภาพดาวเทียมแบนด์ 4	88
รูปที่ 4.2	ตำแหน่งสัมพัทธ์ของการวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง	90
รูปที่ 5.1	(ก) ภาพดาวเทียมที่ไม่ปรากฏความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี และ (ข) ที่ปรากฏความคลาดเคลื่อน โดยที่ภาพทั้ง 2 แบนด์ บันทึกในเวลาเดียวกัน	100
รูปที่ 5.2	ฮิสโตแกรมของค่าความสว่าง	102
รูปที่ 5.3	เส้นทางของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เข้าสู่สนามมุมมอง ณ ขณะนั้น และถูกตรวจวัดด้วยตัวตรวจวัด	104
รูปที่ 5.4	ผลของการหมุนรอบตัวเองที่มีต่อเรขาคณิตของแนวกราฟ ของภาพดาวเทียม	111
รูปที่ 5.5	ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิตที่เกิดขึ้นกับภาพ (เส้นประ) เนื่องจากความไม่เสถียรของดาวเทียม	116
รูปที่ 5.6	ตัวอย่างของจุดควบคุมที่ปรากฏบนแผนที่และภาพดาวเทียม	119
รูปที่ 5.7	การคำนวณความคลาดเคลื่อนตกค้าง	120
รูปที่ 5.8	การปรับค่าประจำจุดภาพใหม่โดยใช้ค่าที่ใกล้ที่สุด	122
รูปที่ 5.9	การปรับค่าประจำจุดภาพใหม่โดยประมาณช่วงค่าแบบคู่	122
รูปที่ 5.10	การปรับค่าช่วงในแนวแกน X และ Y	123

รูปที่ 6.1	(ก) ภาพดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ 4 ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระยองที่ยังไม่ได้เห็นภาพ และ (ข) ฮิสโตแกรมของค่าความสว่าง	127
รูปที่ 6.2	ตารางค้นหาที่แสดงแทนด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่าง ขาเข้าและค่าความสว่างขาออก (ค่าความเข้มระดับสีเทา).....	129
รูปที่ 6.3	(ก) ภาพดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ 4 ครอบคลุมพื้นที่ บางส่วนของจังหวัดระยองที่ได้รับการเน้นภาพ โดยการขยายความ เปรียบต่างเชิงเส้นด้วยค่าความสว่างต่ำสุดและสูงสุดและ (ข) ฮิสโตแกรมของค่าความสว่าง.....	130
รูปที่ 6.4	(ก) ภาพดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ 4 ครอบคลุมพื้นที่ บางส่วนของจังหวัดระยองที่ได้รับการขยายความเปรียบต่างจากค่า ความสว่างที่มีตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไคล์ที่ 2 และ 98 (ข) ฮิสโตแกรมของค่าความสว่าง.....	132
รูปที่ 6.5	(ก) ภาพดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ 4 ครอบคลุมพื้นที่ บางส่วนของจังหวัดระยองที่ได้รับการขยายความเปรียบต่างจากค่า ความสว่างด้วยวิธีฮิสโตแกรมอีควอลไลเซชัน และ (ข) ฮิสโตแกรมของค่าความสว่าง.....	135
รูปที่ 6.6	การแบ่งช่วงระดับความเข้มสีเทา	136
รูปที่ 6.7	ตารางค้นหาในรูปของกราฟเพื่อกำหนดสีตามช่วงค่าความสว่าง	137
รูปที่ 6.8	ภาพดาวเทียม LANDSAT MSS	138
รูปที่ 6.9	ตัวอย่างหน้ากากขนาดต่างๆ	139
รูปที่ 6.10	หน้ากากวางทาบบนมุมซ้ายบนสุดของภาพดาวเทียม	140
รูปที่ 6.11	ตัวอย่างการคำนวณการกรองผ่านความถี่ต่ำแบบเคลื่อนค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่.....	142
รูปที่ 6.12	ตัวอย่างรูปแบบตัวกรองมัธยฐาน	143
รูปที่ 6.13	รูปแบบตัวกรองแบบรักษารูปร่าง	144
รูปที่ 6.14	การกรองภาพแบบต่างๆ	146
รูปที่ 6.15	ภาพดาวเทียมที่มีการลดทอนค่าความสว่าง	149
รูปที่ 6.16	การแปลงภาพด้วยการปฏิบัติการการคูณ.....	150
รูปที่ 6.17	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของสิ่งปกคลุมดิน 3 ประเภท	151
รูปที่ 6.18	รังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นในปริมาณที่แตกต่างกัน.....	152
รูปที่ 6.19	การวาด 2 ตัวแปร (x และ y) ที่มีสหสัมพันธ์อย่างสมบูรณ์แบบ (r = 1)	153
รูปที่ 6.20	ตัวแปร x และ y มีสหสัมพันธ์สูงในทางบวก ส่วนใหญ่ของการกระจาย อยู่ในแนวเส้นตรง AB มีการกระจายเล็กน้อยในทิศทางเส้นตรง CD ซึ่งตั้งฉากกับเส้นตรง AB	154
รูปที่ 6.21	ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบสำคัญลำดับที่หนึ่งและลำดับที่สอง	156
รูปที่ 6.22	เส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของพืชสีเขียวที่สมบูรณ์ พืชที่มีโรคและแมลง รบกวนหรือพืชที่ตายแล้วและดินที่ไม่มีสิ่งปกคลุม	161

รูปที่ 6.23	เส้นดิน.....	162
รูปที่ 6.24	แนวคิดของดัชนีพืชพรรณตั้งฉาก	164
รูปที่ 6.25	หมวกฟู้อยเคาท์-โทมัส.....	165
รูปที่ 6.26	ความแปรผันของความสว่างชัดของดินกับความเขียวของพืชพรรณ ในช่วงการเจริญเติบโตของพืช	166
รูปที่ 6.27	ฟังก์ชันของความสว่าง ความเขียวและความชื้นจากข้อมูล TM กำหนดระนาบของพืชพรรณและดิน.....	168
รูปที่ 7.1	ความหมายของการจำแนกประเภทข้อมูลจากภาพดาวเทียม ก. ภาพดาวเทียมเชิงเลข 3 แบนด์ที่นำมาผสมรวม (combination) เพื่อใช้ในการจำแนก ข. ภายหลังจากใช้กรรมวิธีในการจำแนกโดย ตัวจำแนกแบบใดแบบหนึ่งจะได้ผลลัพธ์ คือ พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม ที่แทนสิ่งปกคลุมดินประเภทหนึ่งๆ	172
รูปที่ 7.2	ผังเปรียบเทียบขั้นตอนการประมวลผลการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดิน แบบกำกับดูแลและไม่กำกับดูแล	174
รูปที่ 7.3	ค่าความสว่างของภาพดาวเทียม LANDSAT MSS แบนด์ 4 5 6 และ 7 ขนาด 5 x 8 จุดภาพ	175
รูปที่ 7.4	การกระจายของค่าความสว่างในปริภูมิสถานะ 2 มิติ ก. ระหว่างแบนด์ 4 และ 5 ข. ระหว่างแบนด์ 5 และ 6	176
รูปที่ 7.5	การกระจายของค่าความสว่างในปริภูมิสถานะ 3 มิติ	176
รูปที่ 7.6	การหาระยะห่างยูคลิดตามทฤษฎีพีทาโกรัส	177
รูปที่ 7.7	การหาระยะห่างยูคลิด หรือระยะเชิงคลื่นจาก C-A และ C-B	177
รูปที่ 7.8	ค่าความสว่างของภาพดาวเทียม 2 แบนด์	180
รูปที่ 7.9	ตำแหน่งของจุดภาพในปริภูมิสถานะ	180
รูปที่ 7.10	การกำหนดกลุ่มให้กับจุดภาพที่ละจุดภาพ โดยยึดระยะห่าง ที่ใกล้ที่สุดจากค่าเฉลี่ยของกลุ่มเป็นเกณฑ์	183
รูปที่ 7.11	การระบุชั้นเชิงรังสีเป็นชั้นหรือประเภทของข้อสนเทศ.....	184
รูปที่ 7.12	กลุ่มของจุดที่กระจุกตัวเป็นกลุ่มก้อน (A) และกลุ่มของจุดที่แผ่กระจาย เป็นแนวยาว (B) ในปริภูมิสถานะสองมิติ	185
รูปที่ 7.13	การเริ่มต้นจำแนกมีกลุ่มจุดภาพ 1 กลุ่ม	187
รูปที่ 7.14	การแยกกลุ่ม	188
รูปที่ 7.15	การจัดกลุ่มใหม่ภายหลังจากแยกกลุ่มเดิมเป็นกลุ่มย่อย	189
รูปที่ 7.16	การจัดกลุ่มใหม่ภายหลังจากแยกกลุ่มเดิมเป็นกลุ่มย่อย	190
รูปที่ 7.17	การจำแนกจุดภาพจากเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลให้เป็น ระบบเดียวกันแบบทำซ้ำ	191
รูปที่ 7.18	ตัวอย่างภาพเชิงเลขที่ใช้ในการกำหนดพื้นที่ต้นแบบด้วย วิธีการใช้จุดภาพเมล็ดพันธุ์	193

รูปที่ 7.19	ตัวอย่างภาพเชิงเลขที่ใช้ในการกำหนดต้นแบบด้วย วิธีการใช้จุดภาพเมลิ็ดพันธุ์ที่กำหนดระยะห่างยูคลิด = 5	194
รูปที่ 7.20	การวาดกราฟแท่งเพื่อคัดเลือกแบนด์ที่เหมาะสม	199
รูปที่ 7.21	การวาดค่าความสว่างเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจุดภาพจำนวน 49 กลุ่มในแบนด์คู่หนึ่ง	199
รูปที่ 7.22	การวาดค่าความสว่างเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจุดภาพใน 3 แบนด์	200
รูปที่ 7.23	การกระจายค่าความสว่างของกลุ่มจุดภาพ 2 กลุ่มในปริภูมิสถานะ 1 มิติที่เหลื่อมกัน	201
รูปที่ 7.24	ตัวอย่างการจำแนกจุดภาพ a และ b	207
รูปที่ 7.25	เส้นชั้นความน่าจะเป็นของค่าความสว่างที่มีการกระจายแบบ ปกติของ 2 กลุ่มจุดภาพ	209
รูปที่ 7.26	ภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 5 4 3 (RGB)	214
รูปที่ 7.27	ภาพสีผสมเท็จ แบนด์ 4 5 3 (RGB)	214
รูปที่ 8.1	คุณสมบัติของภาพดาวเทียมในด้านความละเอียดเชิงเวลา และเชิงพื้นที่ที่จำเป็นในการประยุกต์ใช้กับการศึกษาด้านต่างๆ	225
รูปที่ 8.2	ความละเอียดเชิงพื้นที่และเชิงเวลาของดาวเทียมชนิดต่างๆ	225
รูปที่ 8.3	การดูดซับและการกระจายแสงในน้ำใสที่ปราศจากตะกอนแขวนลอย	227
รูปที่ 8.4	ภาพดาวเทียม SPOT XS บริเวณเกาะคอชูเมิล ก. แบนด์ 1 (สีเขียว : 0.5 - 0.59 μm) ข. แบนด์ 2 (สีแดง 0.61 - 0.68 μm) ค. แบนด์ 3 (อินฟราเรดใกล้ 0.791 - 0.89 μm)	228
รูปที่ 8.5	การตรวจวัดการสะท้อนแสงในพื้นที่จริง ก. บริเวณที่น้ำใสและน้ำมีตะกอน ดินเหนียวแขวนลอยด้วยความเข้มข้นระหว่าง 0 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ข. บริเวณน้ำใสและน้ำขุ่นที่มีตะกอนทรายแป้งแขวนลอยด้วย ความเข้มข้นระหว่าง 0 - 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร	230
รูปที่ 8.6	การสะท้อนแสง ก. น้ำที่บริสุทธิ์และน้ำที่มีสาหร่ายอาศัยอยู่ โดยใช้เครื่องวัดคลื่นเชิงสเปกตรัม (spectroradiometer) ในพื้นที่จริง ข. น้ำที่มีสาหร่ายอาศัยอยู่รวมทั้งตะกอนที่แขวนลอย ด้วยความเข้มข้นจาก 0 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร	232
รูปที่ 8.7	แผนที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (SST) ทั่วโลกจากภาพดาวเทียม NOAA (AVHRR)	234
รูปที่ 8.8	เส้นโค้งการสะท้อนแสงของแร่ 3 ชนิดจากการตรวจวัดด้วย AVIRIS และจากเครื่องวัดคลื่นเชิงสเปกตรัมที่ทำในห้องปฏิบัติการ	237
รูปที่ 8.9	แนวเส้น	239
รูปที่ 8.10	แผนภาพดอกกุหลาบ	239
รูปที่ 8.11	เปรียบเทียบเส้นโค้งเชิงคลื่นเฉพาะของพืชที่ไม่ได้รับ และได้รับสารประกอบทองแดงซัลเฟตในความเข้มข้นต่างๆ	241

รูปที่ 8.12	การสะท้อนกลับในทิศทางเดียวของดินแห้ง	243
รูปที่ 8.13	การสะท้อนกลับของรังสีในทิศทางเดียวของดินที่มีความชื้นในดินสูง ปริมาณการสะท้อนจะลดลงเนื่องจากรังสีถูกดูดซับ	244
รูปที่ 8.14	ปริมาณความชื้นในดินที่เพิ่มขึ้นทั้งในดินทราย (ก) และดินเหนียว (ข) มีผลทำให้การสะท้อนรังสีทั้งในย่านคลื่นแสงและอินฟราเรดใกล้ ลดลงตลอดช่วงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงคลื่นที่น้ำดูดซับ	245
รูปที่ 8.15	ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในดินจะมีผลทำให้การสะท้อนแสงลดลง	246
รูปที่ 8.16	เหล็กออกไซด์ในดินร่วนปนทรายเป็นสาเหตุให้มีการสะท้อนแสงสีแดง เพิ่มขึ้นและดูดซับรังสีอินฟราเรดใกล้เพิ่มขึ้น	247
รูปที่ 8.17	ภาพตัดขวางของใบไม้สีเขียวที่สมบูรณ์	248
รูปที่ 8.18	การเลื่อนการดูดซับแสงสีแดงที่มีความยาวคลื่นที่ยาวขึ้นของพืชในช่วงแก่	250
รูปที่ 8.19	ตัวอย่างการทำอัตราส่วนของค่าความสว่างแบนด์อินฟราเรดใกล้และแสงสีแดง	251
รูปที่ 8.20	พายุเฮอริเคน	254
รูปที่ 8.21	รูปแบบของพายุหมุนที่สัมพันธ์กับตัวเลขที่	(T - number)
รูปที่ 8.22	การพยากรณ์ความเร็วลมรอบศูนย์กลาง	255
รูปที่ 8.23	ภาพเรดาร์แสดงพายุเกย์ (gay) ที่เคลื่อนที่ผ่านอ่าวไทย ระหว่างวันที่ 1 - 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2532	256

สำนักหอสมุด