

สารบัญ	v
คำนำ	xiii
คำนำฉบับปรับปรุงปี 2552	xvii
กิตติกรรมประกาศ	xix
ภาค I การค้นหาคำตอบเชิงศึกษาสำนึก - HEURISTIC SEARCH	1
คำอธิบายสัญลักษณ์การค้นหาคำตอบเชิงศึกษาสำนึก	3
1 การค้นหาแบบตาบ	
Tabu Search	5
1.1 แนวคิดพื้นฐานของ TS	
Tabu Search Concept	7
1.2 องค์ประกอบพื้นฐานของการค้นหาคำตอบแบบตาบ	
Fundamental TS Structures	10
1.3 รายละเอียดโครงสร้างของ TS	12
1.4 การค้นหาแบบตาบชนิดปรับตัวเองได้	
Adaptive Tabu Search	25
1.5 การประยุกต์ใช้งาน ATS: การออกแบบตัวควบคุม PID ที่เหมาะสมที่สุด	28
1.6 การประยุกต์ใช้งาน ATS: การระบุเอกลักษณ์เพื่อหาแบบจำลองของระบบ	32
1.7 สรุป	41
โจทย์คำถาม	41
เอกสารอ้างอิง	45
2 อัลกอริทึมการอบอุ่นจำลอง	
Simulated Annealing Algorithm	47
2.1 อัลกอริทึมการอบอุ่นจำลอง	
Simulated Annealing Algorithm	48
2.2 ตารางจัดการการอบอุ่น	51

2.3 การประยุกต์ใช้งาน SA: การจดจำหน้าคนจากภาพดิจิทัล	53
2.4 สรุป	59
โจทย์คำถาม	59
เอกสารอ้างอิง	63
ภาค II การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ - EVOLUTIONARY COMPUTING	65
คำอธิบายสัญลักษณ์การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ	67
3 จีเนติกอัลกอริทึม	
Genetic Algorithm	69
3.1 GA คืออะไร?	70
3.2 ขั้นตอนการทำงานของ GA	71
3.3 โคโรโมโซมประชากรและการเข้ารหัส	
Population & Encoding Scheme	72
3.4 การประเมินค่าความเหมาะสม	
Fitness Evaluation	74
3.5 การคัดเลือกสายพันธุ์	
Selection	78
3.6 ปฏิบัติการทางสายพันธุ์	
Genetic Operation	82
3.7 การแทนที่	
Replacement	85
3.8 ซอฟต์แวร์ในการช่วยคำนวณ GA	86
3.9 การประยุกต์ใช้งาน GA: การค้นหาสัมประสิทธิ์ของอนุกรมฟูรีเยร์	91
3.10 การประยุกต์ใช้งาน GA: การค้นหาพารามิเตอร์สำหรับกระบวนการทำลายน้ำภาพดิจิทัล	99
3.11 สรุป	103
โจทย์คำถาม	106
เอกสารอ้างอิง	112
4 กลยุทธ์วิวัฒนาการ	
Evolutionary Strategies	113
4.1 อัลกอริทึมกลยุทธ์วิวัฒนาการ	
Evolutionary Strategies Algorithm	114
4.2 รูปแบบโครโมโซม	
Chromosome Representation	114
4.3 การทำครอสโอเวอร์	
Crossover Operator	115
4.4 การทำมิวเทชัน	
Mutation Operator	115
4.5 การคัดเลือกสายพันธุ์	
Selection Operator	116
4.6 กลยุทธ์วิวัฒนาการแบบ 1+1	
(1+1)-ES	117
4.7 สรุป	119
โจทย์คำถาม	119
เอกสารอ้างอิง	123

5 การโปรแกรมจินเนติก	
Genetic Programming	125
5.1 ตัวแทนโครโมโซม	
Chromosome Representation	125
5.2 ฟังก์ชันค่าความเหมาะสม	
Fitness Function	127
5.3 ปฏิบัติการทางสายพันธุ์	
Genetic Operators	127
5.4 ซอฟต์แวร์และแหล่งข้อมูลอื่นๆ	130
5.5 สรุป	135
โจทย์คำถาม	136
เอกสารอ้างอิง	140

ภาค III เซว่นปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม - SWARM INTELLIGENCE	141
คำอธิบายสัญลักษณ์เซว่นปัญญาเชิงเคลื่อนที่เป็นกลุ่ม	143

6 การหาค่าเหมาะที่สุดด้วยการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค	
Particle Swarm Optimization	145
6.1 PSO อัลกอริทึม	
PSO Algorithm	145
6.2 PSO แบบ <i>lbest</i>	148
6.3 พารามิเตอร์ของ PSO	
PSO Parameters	148
6.4 การแปรผันของ PSO อัลกอริทึม	
PSO Algorithm Variations	149
6.5 การประยุกต์ใช้งาน PSO: การคัดแยกกลุ่มสีสำหรับวิเคราะห์โรคในใบองุ่น	152
6.6 PSO vs GA	163
6.7 สรุป	164
โจทย์คำถาม	164
เอกสารอ้างอิง	168

7 การหาค่าเหมาะที่สุดด้วยคอลอนีเมด	
Ant Colony Optimization	169
7.1 แร่งบันดาลใจจากธรรมชาติ	169
7.2 อัลกอริทึมของ ACO	171
7.3 คอลอนีเมดกับการจับกลุ่มข้อมูล	
Ant Colony & Data Clustering	173
7.4 การประยุกต์ใช้งาน ACO	177
7.5 สรุป	178
โจทย์คำถาม	178
เอกสารอ้างอิง	183

ภาค IV การเรียนรู้ด้วยเครือข่ายประสาทเทียม - LEARNING BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORK	185
คำอธิบายสัญลักษณ์การเรียนรู้ด้วยเครือข่ายประสาทเทียม	187

8 เครือข่ายประสาทเทียมเบื้องต้น	
Artificial Neural Network Overview	191
8.1 การแบ่งชนิดของเครือข่ายประสาทเทียม	193
8.2 เครือข่ายประสาทเชิงชีววิทยา	
Biological Neural Network	195
8.3 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน ANN	198
8.4 จุดเด่นของ ANN	202
8.5 สถาปัตยกรรมของเครือข่ายประสาทเทียม	
Neural Network Architechture	203
8.6 สถาปัตยกรรมเครือข่าย	
Network Architecture	207
8.7 กฎการเรียนรู้	
Learning Rule	212
8.8 สรุป	214
โจทย์คำถาม	216
เอกสารอ้างอิง	220
9 การเรียนรู้ของเครือข่ายเพอร์เซ็ปตรอน	
Perceptron Learning	221
9.1 สถาปัตยกรรมของเพอร์เซ็ปตรอน	222
9.2 กฎการเรียนรู้แบบเพอร์เซ็ปตรอน	
Perceptron Learning Rule	225
9.3 ข้อจำกัดของเครือข่ายเพอร์เซ็ปตรอน	227
9.4 การปรับแต่งกฎการเรียนรู้แบบเพอร์เซ็ปตรอน	228
9.5 สรุป	230
โจทย์คำถาม	230
เอกสารอ้างอิง	235
10 การเรียนรู้แบบเฮบบ์	
Hebbian Learning	237
10.1 กฎการเรียนรู้แบบเฮบบ์	238
10.2 กฎการฝึกฝนเทียม	
Pseudoinverse Rule	240
10.3 การปรับแต่งกฎการเรียนรู้แบบเฮบบ์	245
10.4 การประยุกต์ใช้กฎการเรียนรู้แบบเฮบบ์: การจดจำรูปแบบ	245
10.5 สรุป	247
โจทย์คำถาม	247
เอกสารอ้างอิง	249
11 การเรียนรู้แบบวิดรอว์-ฮอฟฟ์	
Widrow-Hoff Learning	251
11.1 เครือข่าย ADALINE	251
11.2 ADALINE เดี่ยว	
Single ADALINE	252
11.3 กฎการเรียนรู้ของวิดรอว์-ฮอฟฟ์	
Widrow-Hoff Learning Rule	252
11.4 MADALINE	257

11.5 การประยุกต์ใช้งานการเรียนรู้แบบวิโดร์-ฮอฟฟ์: การตัดออกสัญญาณรบกวนเชิงปรับตัว	264
11.6 สรุป	270
โจทย์คำถาม	270
เอกสารอ้างอิง	273
12การเรียนรู้แบบแพร่กลับ	
Back-Propagation Learning	275
12.1 เครือข่ายหลายชั้น	
Multilayer Feedforward Network	275
12.2 อัลกอริทึมแพร่กลับ	
Backpropagation Algorithm	277
12.3 การประยุกต์ใช้งานการเรียนรู้แบบแพร่กลับ: การประมาณค่าฟังก์ชันด้วยเครือข่ายแบบแพร่กลับ	282
12.4 วิเคราะห์การใช้งานเครือข่ายแบบแพร่กลับ	284
12.5 การปรับแต่งอัลกอริทึมการเรียนรู้แบบแพร่กลับ	287
12.6 สรุป	293
โจทย์คำถาม	295
เอกสารอ้างอิง	301
13การเรียนรู้แบบแข่งขัน	
Competitive Learning	303
13.1 เครือข่ายโคโฮเนน	
Kohonen Network	303
13.2 การเรียนรู้แบบแข่งขัน	
Competitive Learning	306
13.3 การเชื่อมต่อด้านข้างแบบป้อนกลับในเครือข่ายโคโฮเนน	
Lateral Feedback Kohonen Network	311
13.4 แผนผังคุณลักษณะการจัดการตัวเอง	
Self-Organizing Feature Map	312
13.5 การเรียนรู้เวกเตอร์ควอนไทเซชัน	
Learning Vector Quantization	315
13.6 การประยุกต์ใช้งาน SOFM: การจัดกลุ่มการไหลของแสง	318
13.7 สรุป	324
โจทย์คำถาม	324
เอกสารอ้างอิง	327
14การเรียนรู้ด้วยตนเองโดยทฤษฎีเรโซแนนซ์แบบปรับตัว	
Self-Learning by Adaptive Resonance Theory	329
14.1 เครือข่าย ART พื้นฐาน	329
14.2 ทวิบทเสถียรภาพ/สภาพพลาสติกของ Grossberg	330
14.3 เครือข่าย ART-1	331
14.4 เครือข่าย ART-2	341
14.5 วิเคราะห์เครือข่าย ART	342
14.6 การประยุกต์ใช้งาน ART: ระบบติดตามพาหนะบนถนน	342
14.7 สรุป	348
โจทย์คำถาม	348
เอกสารอ้างอิง	351

15 การเรียนรู้ของเครือข่ายฟังก์ชันฐานรัศมี

Learning of Radial Basis Function Network	353
15.1 สถาปัตยกรรมของเครือข่าย RBF	353
15.2 การฝึกสอนเครือข่าย RBF	355
15.3 สรุป	362
โจทย์คำถาม	363
เอกสารอ้างอิง	369

ภาค V ปัญญาเชิงคำนวณแบบผสม - HYBRID COMPUTATIONAL INTELLIGENCE 371

คำอธิบายสัญลักษณ์ปัญญาเชิงคำนวณแบบผสม	373
---------------------------------------	-----

16 การจำแนกด้วยเครื่องเวกเตอร์เกือหนุน

Classification by Support Vector Machines	375
16.1 ระนาบเก็นคั่นที่เหมาะสมที่สุด	
Optimal Separating Hyperplane	375
16.2 การโปรแกรมกำลังสองเพื่อหาระนาบ w และ b	382
16.3 การฝึกสอน SVM ในปริภูมิลักษณะมิติสูง	384
16.4 การจำแนกข้อมูลแบบหลายคลาสด้วย SVM	387
16.5 การประยุกต์ใช้งาน SVM: ระบบการจำแนกเครื่องมือทันตแพทย์ด้วยภาพแบบอัตโนมัติ	388
16.6 การประยุกต์ใช้งาน SVM: ระบบตรวจจับคนเดินถนนในภาพ	393
16.7 การประยุกต์ใช้งาน SVM: การจำแนกประเภทของโรคใบองุ่น	397
16.8 สรุป	400
โจทย์คำถาม	401
เอกสารอ้างอิง	405

17 ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบฐานกฎ

Rule-Based Expert System	407
17.1 เทคนิคการแทนข้อมูลความรู้ด้วยกฎ	408
17.2 องค์ประกอบหลักของระบบผู้เชี่ยวชาญ	409
17.3 เทคนิคการอนุมาน	
Inference Techniques	412
17.4 การแก้ปัญหาข้อขัดแย้ง	420
17.5 สรุป	422
โจทย์คำถาม	423
เอกสารอ้างอิง	425

18 ฟัซซีลอจิก

Fuzzy Logic	427
18.1 ฟัซซีเซต	
Fuzzy Sets	432
18.2 ฟังก์ชันสมาชิก	
Membership Function	435
18.3 ตัวแปรภาษา	
Linguistic Variable	438
18.4 ปฏิบัติการในฟัซซีเซต	
Fuzzy Set Operations	440

18.5 กฎของฟัซซี่	
Fuzzy Rule	446
18.6 การอนุมานฟัซซี่	
Fuzzy Inference	448
18.7 การประยุกต์ใช้งานฟัซซี่ลอจิก: การจับกลุ่มข้อมูลด้วย Fuzzy C-Means	461
18.8 สรุป	465
โจทย์คำถาม	469
เอกสารอ้างอิง	471
19 ปัญหาเชิงคำนวณแบบผสม	
Hybrid Computational Intelligence	473
19.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญและเครือข่ายประสาทเทียม	
Expert System vs Artificial Neural Network	474
19.2 ฟัซซี่ลอจิกและเครือข่ายประสาทเทียม	
Fuzzy Logic vs Artificial Neural Network	480
19.3 ระบบอนุมานฟัซซี่และเครือข่ายประสาทเทียม	
Fuzzy Inference System vs Artificial Neural Network	487
19.4 การคำนวณเชิงวิวัฒนาการและเครือข่ายประสาทเทียม	
Evolutionary Computation vs Artificial Neural Network	497
19.5 ตัวควบคุมแบบนิวโร-ตาบู-ฟัซซี่	
Neuro-Tabu-Fuzzy Controller	500
โจทย์คำถาม	504
เอกสารอ้างอิง	509
ศัพทานุกรม	511
บรรณานุกรม	515

