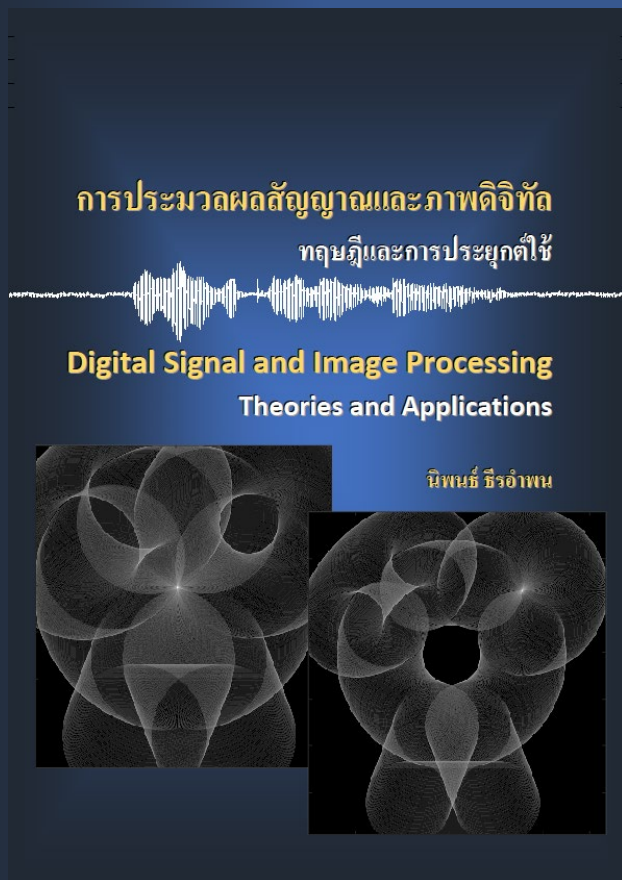


การประมวลผลสัญญาณและภาพดิจิทัล ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้

DIGITAL SIGNAL AND IMAGE PROCESSING THEORIES AND APPLICATIONS

ตำราสำหรับผู้ต้องการเรียนรู้รากฐานการประมวลผลข้อมูลและปัญญาประดิษฐ์



ISBN: 978 – 616 – 468 – 869 – 8

พิมพ์ครั้งที่ 1 เอสทีทู โม สปซ ดีไซน์, 2561, 476 หน้า

ราคา 495 บาท

ตำราเล่มนี้พิมพ์ด้วยกระดาษถนอมสายตา (กรีนรีด) ช่วยลดแสงสะท้อนในการอ่าน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

สนใจติดต่อ ☎ 0-5394-2083 ถึง 4 ต่อ 0 ✉ bmecmu@gmail.com

หรือสถาบันวิศวกรรมชีวการแพทย์ ชั้น 3 อาคาร RTT คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เนื้อหา

- บทที่ 1 พื้นฐานการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล
FUNDAMENTALS OF DIGITAL SIGNAL PROCESSING
- บทที่ 2 พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล
FUNDAMENTALS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING
- บทที่ 3 กระบวนการเรณดอม
RANDOM PROCESSES
- บทที่ 4 การแปลงฟูรีเยร์ในโดเมนดิจิทัล
FOURIER TRANSFORM IN DIGITAL DOMAIN
- บทที่ 5 การทำนายเชิงเส้น
LINEAR PREDICTION
- บทที่ 6 การประมาณสเปกตรัม
SPECTRAL ESTIMATION
- บทที่ 7 การประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัว
ADAPTIVE SIGNAL PROCESSING
- บทที่ 8 แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ
HIDDEN MARKOV MODELS
- บทที่ 9 โครงข่ายประสาทเทียมและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีน
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND SUPPORT VECTOR MACHINE
- บทที่ 10 การจัดกลุ่มแบบฟัซซี
FUZZY CLUSTERING
- บทที่ 11 มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์
MATHEMATICAL MORPHOLOGY

สนใจติดต่อ ☎ 0-5394-2083 ถึง 4 ต่อ 0 ✉ bmecmu@gmail.com

หรือสถาบันวิศวกรรมชีวการแพทย์ ชั้น 3 อาคาร RTT คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สารบัญ

Table of Contents

คำนำ		ก
PREFACE		
สารบัญ		ง
TABLE OF CONTENTS		
บทที่ 1	พื้นฐานการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล	1
	FUNDAMENTALS OF DIGITAL SIGNAL PROCESSING	
1.1	สัญญาณและระบบ	1
1.2	การชักตัวอย่างในการประมวลผลสัญญาณ	5
1.2.1	ทฤษฎีบทการชักตัวอย่าง	9
1.2.2	ทฤษฎีบทการชักตัวอย่างในรูปทั่วไป	10
1.3	ระบบเชิงเส้นที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา	11
1.4	ระบบไม่ต่อเนื่องในแกนเวลาและตัวกรองดิจิทัล	14
1.4.1	การแทนด้วยคอนโวลูชันซิม	14
1.4.2	ตัวกรองดิจิทัล	17
1.5	การแทนสัญญาณในโดเมนความถี่	24
1.5.1	ลำดับฟูรีเยร์แบบไม่ต่อเนื่องในแกนเวลา	24
1.5.2	การแปลงฟูรีเยร์แบบไม่ต่อเนื่องในแกนเวลา	25
1.5.3	การแปลงแซด	25
1.5.4	การแปลงฟูรีเยร์แบบไม่ต่อเนื่อง	26
	แบบฝึกหัด บทที่ 1	29

บทที่ 2	พื้นฐานการประมวลผลภาพดิจิทัล	33
	FUNDAMENTALS OF DIGITAL IMAGE PROCESSING	
2.1	ภาพดิจิทัล	33
2.1.1	การแปลงเปอร์เซ็นต์สี	33
2.1.2	การแทนภาพดิจิทัล	38
2.2	แบบจำลองสี	42
2.2.1	ปริภูมิสี RGB	42
2.2.2	ปริภูมิสี YCbCr	43
2.2.3	ปริภูมิสี YIQ	44
2.2.4	ปริภูมิสี HSV	44
2.3	ฮิสโตแกรม	46
2.3.1	ฮิสโตแกรมอีควาไลเซชัน	47
2.3.2	การแมคซ์ฮิสโตแกรม	49
2.4	การหาขอบ	49
2.4.1	การหาขอบภาพด้วยวิธีการหาเกรเดียนต์	50
2.4.2	การหาขอบภาพด้วยวิธีแคนนี่	52
2.4.3	การลดสัญญาณรบกวนในการหาขอบภาพด้วยการกรองพิกเซลด้วยตัวกรองเรียกซ้ำ	57
2.5	การตรวจหาขอบของวัตถุในภาพที่มีรูปทรงพื้นฐานโดยการแปลงฮัฟ	59
2.5.1	การแปลงฮัฟเส้นตรง	60
2.5.2	การแปลงฮัฟวงกลม	62
2.5.3	การแปลงฮัฟวงรี	66
2.6	การกรองภาพ	70
2.6.1	ตัวกรองมอด	72
2.6.2	ตัวกรองมัชฐาน	74
	แบบฝึกหัด บทที่ 2	75
บทที่ 3	กระบวนการแรนดอม	79
	RANDOM PROCESSES	
3.1	สัญญาณดีเทอร์มินิสติกและสัญญาณแรนดอม	79

3.2	ความน่าจะเป็นและตัวแปรแรนดอม	81
3.2.1	คอมโบนาทอริกซ์	82
	3.2.1.1 หลักการคูณ	82
	3.2.1.2 การเลือกแล้วไม่ใส่กลับคืน	83
	3.2.1.3 การเลือกแล้วใส่กลับคืน	84
3.2.2	ความน่าจะเป็น	86
	3.2.2.1 ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข	87
	3.2.2.2 กฎของผลรวมของความน่าจะเป็นและทฤษฎีบทของเบย์ส์	88
3.2.3	ตัวแปรแรนดอม	90
3.3	กระบวนการแรนดอม	95
3.3.1	สถิติอันซัมเบิล	98
3.3.2	ตัวความเป็นสเตรชันนารี	99
3.3.3	ความเป็นเออร์กอดิก	101
3.3.4	สัญญาณรบกวนขาว	103
3.4	กระบวนการแรนดอมใกล้ตัว: เสียงพูด	104
3.4.1	การกำเนิดของเสียงพูด	104
	3.4.1.1 แบบจำลองการสร้างเสียงพูด	105
3.4.2	การวิเคราะห์เสียงพูด	106
	3.4.2.1 ลักษณะสำคัญช่วงสั้น	110
3.4.3	การเข้ารหัสเสียงพูด	112
	3.4.3.1 การเข้ารหัสในโดเมนเวลา	113
	3.4.3.2 การเข้ารหัสในโดเมนความถี่	116
	3.4.3.3 โวโคเตอร์	119
3.4.4	การเพิ่มคุณภาพเสียงพูดโดยใช้ความเป็นรายคาบของสัญญาณเสียงพูดก้อง	121
3.4.5	การรู้จำเสียงพูด	123
	3.4.5.1 ตัวจำแนกเบย์ส์	126
	3.4.5.2 ไดนามิกส์โทมวอร์ปิง	126
	แบบฝึกหัด บทที่ 3	131

บทที่ 4	การแปลงฟูรีเยร์ในโดเมนดิจิทัล	135
	FOURIER TRANSFORM IN DIGITAL DOMAIN	
4.1	พื้นฐานของการแปลงฟูรีเยร์แบบเร็ว	135
4.2	การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็วโดยใช้เลขชี้กำลังในแกนเวลาแบบ Radix-2	138
4.3	การแปลงฟูรีเยร์แบบเร็วโดยใช้เลขชี้กำลังในแกนความถี่แบบ Radix-2	142
4.4	การแปลงผันกลับฟูรีเยร์แบบดิสครีตแบบเร็ว	148
4.5	การแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้นแบบไม่ต่อเนื่อง และการแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้นแบบไม่ต่อเนื่องในแกนเวลา	149
4.5.1	การแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้นในมุมมองของการแปลงฟูรีเยร์	153
4.5.2	การแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้นในมุมมองของการกรอง	156
4.5.3	คุณสมบัติของการแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้น	157
4.5.4	การแปลงผันกลับได้ของการแปลงฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้น	159
4.5.5	การเลือกวินโดว์วิเคราะห์	162
4.5.6	การสังเคราะห์ฟูรีเยร์ช่วงเวลาสั้น	165
	4.5.6.1 วิธีการหาผลรวมชุดตัวกรอง	165
	4.5.6.2 วิธีการบวกทับซ้อน	169
4.6	การประยุกต์ใช้การแปลงฟูรีเยร์ในการวิเคราะห์สัญญาณเรดาร์แบบทะเลพื้นดิน	171
4.6.1	เรดาร์แบบทะเลพื้นดิน	171
4.6.2	ข้อมูลเรดาร์แบบทะเลพื้นดินที่ใช้ในการทดสอบ	173
4.6.3	การประยุกต์ใช้การแปลงฟูรีเยร์เพื่อสร้างข้อมูลเรดาร์แบบทะเลพื้นดินในโดเมนเวลา	176
4.6.4	การตรวจจับสรรพาวุธจากสัญญาณเรดาร์แบบทะเลพื้นดิน	181
4.7	การประยุกต์ใช้การแปลงฟูรีเยร์ในการแยกแยะเซลล์ปากมดลูกในภาพแปปสเมียร์	185
4.7.1	ข้อมูลภาพเซลล์ปากมดลูกในภาพแปปสเมียร์ที่ใช้ในการทดสอบ	186
4.7.2	การประยุกต์ใช้การแปลงฟูรีเยร์ 2 มิติในการสกัดลักษณะสำคัญของเซลล์ปากมดลูกในภาพแปปสเมียร์	186
4.7.3	การแบ่งกลุ่มเซลล์ปากมดลูกในภาพแปปสเมียร์จากลักษณะสำคัญจากการแปลงฟูรีเยร์ 2 มิติ	192
	แบบฝึกหัด บทที่ 4	193

บทที่ 5	การทำนายเชิงเส้น	195
	LINEAR PREDICTION	
5.1	การทำนายเชิงเส้นแบบไปข้างหน้า	196
5.1.1	การประยุกต์ใช้การทำนายเชิงเส้นกับสัญญาณเสียงพูด	198
5.2	การทำนายเชิงเส้นแบบย้อนหลัง	201
5.3	ขั้นตอนวิธีเลวินสัน-เดอ์บิน	203
5.4	การทำนายโดยใช้ตัวกรองวีเนอร์	208
5.5	การทำนายเชิงเส้นแบบ 2 มิติ	211
5.6	การประยุกต์ใช้การทำนายเชิงเส้นในการตรวจจับสรรพาวุธหนัก	213
5.6.1	การประยุกต์ใช้การทำนายเชิงเส้นเพื่อตรวจสอบความสมมาตรของวัตถุ	214
5.6.2	การตรวจจับสรรพาวุธหนักด้วยการทำนายเชิงเส้นเพื่อตรวจสอบความสมมาตรของวัตถุ	216
5.7	การประยุกต์ใช้การทำนายเชิงเส้นในการสร้างกลับคืนสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	218
5.7.1	ข้อมูลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ใช้ในการทดสอบการสร้างกลับคืน	221
5.7.2	การทดสอบการสร้างกลับคืนสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่ไม่สมบูรณ์	221
	แบบฝึกหัด บทที่ 5	224
บทที่ 6	การประมาณสเปกตรัม	226
	SPECTRAL ESTIMATION	
6.1	ความหนาแน่นของสเปกตรัมกำลัง	226
6.2	คุณสมบัติของตัวประมาณ	228
6.3	การประมาณสเปกตรัมแบบไม่อิงพารามิเตอร์	230
6.3.1	ตัวประมาณพีริ โอ โดแกรมเฉลี่ย	234
6.4	การประมาณสเปกตรัมแบบอิงพารามิเตอร์	239
6.4.1	แบบจำลองลำดับเวลา	240
6.4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ในการประมาณสเปกตรัมแบบอิงพารามิเตอร์และฟังก์ชันอัตโนมัติสัมพันธ์	242
6.4.3	การหาอันดับของแบบจำลอง	243
6.5	การเพิ่มคุณภาพเสียงพูดโดยใช้ขนาดของสเปกตรัม	246
6.6	การประยุกต์ใช้การประมาณสเปกตรัมในการวิเคราะห์สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	250

6.6.1	การตรวจหาคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่เกิดจากการเต้นผิดจังหวะและการสร้างกลับคืน	250
6.6.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจในโดเมนความถี่โดยใช้การประมาณความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง	252
แบบฝึกหัด บทที่ 6		259

บทที่ 7	การประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัว ADAPTIVE SIGNAL PROCESSING	261
7.1	องค์ประกอบพื้นฐานของการประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัว	261
7.1.1	ตัวอย่างการประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัว	262
7.2	ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยของระบบปรับตัว	264
7.2.1	เวกเตอร์ค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด	268
7.3	การค้นหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมที่สุด	272
7.3.1	สตีปเปสต์ดีเซนต์และขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด	273
7.3.2	ขั้นตอนวิธีกำลังสองเฉลี่ยน้อยที่สุด-นิวตัน	279
7.4	การประยุกต์ใช้การประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัวในสัญญาณเสียงพูด	283
7.4.1	การเพิ่มคุณภาพเสียงพูดโดยใช้การกำจัดสัญญาณรบกวนแบบปรับตัว	284
7.4.2	การลดสัญญาณรบกวนโดยใช้การประมวลผลสัญญาณแบบปรับตัว	286
แบบฝึกหัด บทที่ 7		289

บทที่ 8	แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ HIDDEN MARKOV MODELS	291
8.1	แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟแบบไม่ต่อเนื่อง	291
8.2	การประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟในการรู้จำเสียงพูดภาษาไทย	300
8.2.1	ลักษณะของหน่วยเสียงภาษาไทย	301
8.2.2	ข้อมูลเสียงพูดที่ใช้ในการทดสอบ	303
8.2.3	การแบ่งหน่วยเสียงแบบซอฟต์แวร์	306
8.2.4	การสกัดลักษณะสำคัญ	307
8.2.5	การทดสอบระบบรู้จำหน่วยเสียง	311
	8.2.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพกับข้อมูลที่บันทึกจากผู้พูดที่ใช้ในการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำ	312

	8.2.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพกับข้อมูลที่บ้านที่จากผู้พูดที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกฝนและทดสอบระบบรู้จำ	314
8.3	การประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟในการรู้จำภาษาแม่ภาษาไทยจากลำดับวิถีทัศน์	315
8.3.1	การสกัดลักษณะสำคัญของภาพภาษาแม่สำหรับภาษาไทยด้วยการแปลงลักษณะสำคัญที่ไม่แปรเปลี่ยนตามสเกล	316
8.3.2	วิธีการรู้จำภาษาแม่สำหรับภาษาไทยจากลำดับวิถีทัศน์และผลการรู้จำแบบฝึกหัด บทที่ 8	318
บทที่ 9	โครงข่ายประสาทเทียมและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND SUPPORT VECTOR MACHINE	322
9.1	โครงข่ายประสาทเทียม	323
9.1.1	หลักการของโครงข่ายประสาทเทียม	323
9.1.2	การฝึกโครงข่ายประสาทเทียมโดยวิธีการแพร่กลับค่าผิดพลาด	326
9.2	ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	328
9.2.1	หลักการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน	328
9.2.2	ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการแบ่งกลุ่ม	329
9.2.3	ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการถดถอย	332
9.3	ครอสแวลิดชัน	336
9.4	การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับแบ่งกลุ่มเซลล์เม็ดเลือดขาว	338
9.4.1	การนับเซลล์เม็ดเลือดขาวแบบแบ่งกลุ่มในไขกระดูก	338
9.4.2	ปัญหาการไบอัสเอาต์พุตของกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ในโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการแบ่งกลุ่ม	341
	3.2.1.1 อัตราการแบ่งกลุ่มแบบอิงกลุ่ม	343
	3.2.1.2 การทดสอบโดยการตั้งค่าเอาต์พุตที่ต้องการของโครงข่ายประสาทเทียมแบบปกติ	344
	3.2.1.3 การทดสอบโดยการตั้งค่าเอาต์พุตที่ต้องการของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อลดการไบอัส	345
9.5	โครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการนับ	348
9.5.1	การฝึกสอนให้โครงข่ายประสาทเทียมนับสิ่งของ	348

9.5.2	การทดสอบนับเซลล์เม็ดเลือดขาวในภาพไขกระดูก	352
9.6	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีนสำหรับทำนายโหนดไฟฟ้าระยะสั้น	356
9.6.1	ระบบทำนายโหนดไฟฟ้าระยะสั้น โดยใช้ซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมชชีน	359
9.6.2	การทดสอบทำนายโหนดไฟฟ้าระยะสั้น	362
	แบบฝึกหัด บทที่ 9	365
บทที่ 10	การจัดกลุ่มแบบฟัซซี	367
	FUZZY CLUSTERING	
10.1	การจัดกลุ่มข้อมูล	367
10.1.1	การจัดกลุ่มแบบฮาร์ดซีมีนส์	368
10.1.2	การจัดกลุ่มแบบฟัซซีซีมีนส์	371
10.2	การประยุกต์ใช้การจัดกลุ่มแบบฟัซซีสำหรับแบ่งส่วนเซลล์เม็ดเลือดขาว	377
10.2.1	การแบ่งส่วนนิวเคลียสของเซลล์เม็ดเลือดขาวโดย การจัดกลุ่มแบบฟัซซี	379
10.2.2	การแบ่งส่วนไซโตพลาสซึมของเซลล์เม็ดเลือดขาว โดย การจัดกลุ่มแบบฟัซซี	382
10.3	การแบ่งส่วนเซลล์ปากมดลูกโดยการประยุกต์ใช้การจัดกลุ่มแบบฟัซซี	387
	แบบฝึกหัด บทที่ 10	391
บทที่ 11	มอร์โฟโลยีเชิงคณิตศาสตร์	393
	MATHEMATICAL MORPHOLOGY	
11.1	การดำเนินการมอร์โฟโลยี	393
11.2	การกระจายขนาดเกรนูลอเมตริก	396
11.3	การประยุกต์ใช้แพทเทิร์นสเปกตรัมในการสกัดลักษณะสำคัญ	399
11.4	เกรนูลอเมตรีและทฤษฎีบทการผสมเกรนูลอเมตริกแบบนอนฮอโมเทติก	406
11.4.1	เกรนูลอเมตรีและการผสมเกรนูลอเมตริกแบบนอนฮอโมเทติก	407
11.4.2	ทฤษฎีบทการผสมเกรนูลอเมตริกแบบนอนฮอโมเทติก	411
11.5	การประยุกต์ใช้ทฤษฎีบทการผสมเกรนูลอเมตริกแบบนอนฮอโมเทติก	
	ในการนับเซลล์เม็ดเลือดขาวแบบแบ่งกลุ่ม	414
11.5.1	อัลกอริทึมการประมาณจำนวนโดยใช้ทฤษฎีบทการผสมเกรนูลอเมตริก	

แบบนอนฮอมอเทติก	416
11.5.2 การประมาณจำนวนโดยใช้ทฤษฎีการผสมเกรนูโลเมตริกแบบ นอนฮอมอเทติก	421
แบบฝึกหัด บทที่ 11	424
บรรณานุกรม	427
ดัชนี	442