

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ระบบการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล	1
1.2 แบบจำลองช่องสัญญาณของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์	2
1.3 แบบจำลองช่องสัญญาณอุดมคติ	7
1.4 การถอดรหัสแบบวนซ้ำ	8
1.5 พื้นฐานและคำศัพท์ที่น่าสนใจ.....	9
1.5.1 การตัดสินใจแบบฮาร์ดและแบบซอฟต์แวร์.....	10
1.5.2 อัตราส่วนควรรจะเป็นแบบลอการิทึม.....	10
1.5.3 ข้อมูลเอนต์พุดแบบซอฟต์แวร์ของช่องสัญญาณ.....	12
1.5.4 วงจรถอดรหัสแบบ SISO	13
1.6 สรุปท้ายบท	15
1.7 แบบฝึกหัดท้ายบท	15
บทที่ 2 รหัสเทอร์โบ	17
2.1 รหัสคอนโวลูชัน.....	18
2.1.1 การเข้ารหัส.....	18
2.1.2 การถอดรหัส.....	25
2.2 อัลกอริทึม BCJR	27
2.2.1 แบบจำลองของช่องสัญญาณและแผนภาพทรานซิส.....	27
2.2.2 วงจรตรวจหาเหมาะที่สุด.....	29
2.2.3 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของอัลกอริทึม BCJR.....	31

2.2.4 อัลกอริทึม BCJR สำหรับบิตข้อมูลแบบไบนารี.....	35
2.2.5 สรุปขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม BCJR.....	36
2.2.6 ข้อสังเกตของอัลกอริทึม BCJR.....	36
2.3 รหัสเทอร์โบ.....	46
2.3.1 วงจรเข้ารหัสเทอร์โบ.....	47
2.3.2 วงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์และวงจรมัลติเพล็กซ์เซอร์.....	47
2.3.3 วงจรถอดรหัสเทอร์โบ.....	48
2.3.4 วงจรอินเทอร์ลิฟเวอร์.....	50
2.3.5 ผลการทดลอง.....	52
2.3.6 วงจรเข้ารหัสและถอดรหัสเทอร์โบแบบต่ออนุกรม.....	54
2.4 อีควอลไลเซชันแบบเทอร์โบ.....	56
2.4.1 สมรรถนะของอีควอลไลเซอร์แบบเทอร์โบ.....	60
2.5 สรุปท้ายบท.....	62
2.6 แบบฝึกหัดท้ายบท.....	63
บทที่ 3 วงจรตรวจหาแบบซอฟต์แวร์.....	65
3.1 บทนำ.....	66
3.2 อัลกอริทึม MAX-LOG-MAP.....	66
3.2.1 สรุปขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม Max-Log-MAP.....	69
3.2.2 ข้อสังเกตของอัลกอริทึม Max-Log-MAP.....	77
3.3 อัลกอริทึม LOG-MAP.....	77
3.4 อัลกอริทึม SOVA.....	81
3.4.1 การหาค่า LLR ของบิตข้อมูล.....	82
3.4.2 ข้อสังเกตของอัลกอริทึม SOVA.....	87
3.4.3 สรุปขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม SOVA.....	87
3.5 อัลกอริทึม BI-DIRECTIONAL SOVA.....	93
3.5.1 การหาค่า LLR ของบิตข้อมูล.....	95
3.5.2 สรุปขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม SOVA แบบสองทิศทาง.....	97
3.6 ความซับซ้อนของวงจรตรวจหาแบบซอฟต์แวร์.....	102

3.7	สรุปท้ายบท	104
3.8	แบบฝึกหัดท้ายบท	105
บทที่ 4 รหัสแอสกีพีซี		107
4.1	บทนำ.....	107
4.1.1	รหัสบล็อกเชิงเส้น.....	107
4.1.2	เมทริกซ์ตัวกำเนิด.....	108
4.1.3	เมทริกซ์พาริตีเช็ก.....	109
4.1.4	ระยะทางน้อยสุดของรหัส.....	110
4.1.5	การถอดรหัสบล็อกเชิงเส้น	111
4.2	พื้นฐานของรหัสแอสกีพีซี.....	112
4.2.1	รหัสแอสกีพีซีปรกติ.....	113
4.2.2	รหัสแอสกีพีซีไม่สม่ำเสมอ.....	115
4.2.3	กฎของไฮเพอร์โบลิกแทนเจนต์.....	116
4.3	การเข้ารหัสแอสกีพีซี.....	119
4.4	การถอดรหัสแอสกีพีซี.....	121
4.4.1	พื้นฐานในการถอดรหัสแอสกีพีซี.....	121
4.4.2	วัฏจักรของรหัสแอสกีพีซี.....	125
4.4.3	การหาค่า LLR ของบิตข้อมูล.....	127
4.4.4	อัลกอริทึมการผ่านข่าวสาร	132
4.5	การสร้างเมทริกซ์พาริตีเช็ก	139
4.5.1	รหัสแอสกีพีซีปรกติ.....	139
4.5.2	รหัสแอสกีพีซีแบบแถวลำดับ.....	142
4.5.3	รหัสแอสกีพีซีแบบแถวลำดับที่ถูกรับปรุง.....	143
4.5.4	ข้อสังเกต.....	146
4.6	ผลการทดลอง	147
4.6.1	ช่องสัญญาณ AWGN.....	147
4.6.2	ช่องสัญญาณแบบวนซ้ำ.....	150
4.7	สรุปท้ายบท	153

4.8 แบบฝึกหัดท้ายบท	154
บทที่ 5 การประยุกต์ใช้งานการถอดรหัสแบบวนซ้ำ	155
5.1 ไทม์มิ่งรีคิฟเวอร์แบบวนซ้ำ.....	155
5.1.1 แบบจำลองช่องสัญญาณ	157
5.1.2 ไทม์มิ่งรีคิฟเวอร์แบบที่ใช้กันทั่วไป.....	158
5.1.3 เพอเซอรัไวเวอร์ไทม์มิ่งรีคิฟเวอร์.....	162
5.1.4 เพอเซอรัไวเวอร์ไทม์มิ่งรีคิฟเวอร์แบบวนซ้ำ.....	167
5.2 การลดผลกระทบของความขรุขระเชิงความร้อนแบบวนซ้ำ.....	181
5.2.1 แบบจำลองช่องสัญญาณ	183
5.2.2 แบบจำลองสัญญาณ TA.....	184
5.2.3 วิธีการตรวจหาและแก้ไข TA	185
5.2.4 วิธีการตรวจหาและแก้ไข TA แบบวนซ้ำ.....	188
5.2.5 ผลการทดลอง	189
5.2.6 สรุปผลการทดลอง.....	192
5.3 สรุปท้ายบท.....	193
5.4 แบบฝึกหัดท้ายบท	194
บทที่ 6 เทคโนโลยี BPMR	195
6.1 บทนำ	196
6.2 วิวัฒนาการของเทคโนโลยี BPMR	198
6.2.1 สื่อบันทึก.....	198
6.2.2 ระบบการบันทึกเชิงแม่เหล็กสำหรับ BPMR.....	199
6.2.3 การประมวลผลสัญญาณในระบบ BPMR	201
6.3 ผลตอบสนองสัญญาณพัลส์ของระบบ BPMR.....	204
6.3.1 การจำลองผลตอบสนองสัญญาณพัลส์แบบสองมิติ.....	205
6.3.2 ผลกระทบที่เกิดจากไอแลนดและรูปทรงของหัวอ่าน.....	212
6.4 แบบจำลองของสัญญาณอ่านกลับในระบบ BPMR	217
6.4.1 ค่าประมาณของสัญญาณพัลส์ BPMR	218

6.4.2 ค่าประมาณของสัญญาณพัลส์ BPMP ที่มีสัญญาณรบกวนสี่บันทีก.....	220
6.4.3 แบบจำลองช่องสัญญาณ BPMP ที่ไม่ต่อเนื่องทางเวลาแบบสมมูล.....	222
6.4.4 แทร็กมิสเรจิสเตรชัน.....	224
6.5 สรุปท้ายบท	226
6.6 แบบฝึกหัดท้ายบท	228
บทที่ 7 การออกแบบทาร์เก็ตและอีควอไลเซอร์สำหรับระบบ BPMP.....	229
7.1 ทาร์เก็ตหนึ่งมิติและอีควอไลเซอร์หนึ่งมิติ	230
7.2 ทาร์เก็ตสองมิติที่มีมุมเป็นศูนย์และอีควอไลเซอร์หนึ่งมิติ.....	233
7.2.1 เมื่อทราบช่องสัญญาณ H	233
7.2.2 เมื่อไม่ทราบช่องสัญญาณ H	237
7.3 ทาร์เก็ตสองมิติแบบสมมาตรและอีควอไลเซอร์หนึ่งมิติ.....	238
7.4 ทาร์เก็ตสองมิติแบบอสมมาตรและอีควอไลเซอร์หนึ่งมิติ	239
7.5 ทาร์เก็ตสองมิติและอีควอไลเซอร์สองมิติ	240
7.6 วงจรตรวจหาวิเทอร์บีที่ใช้ในระบบ BPMP.....	245
7.6.1 วงจรตรวจหาวิเทอร์บีหนึ่งมิติ.....	245
7.6.2 วงจรตรวจหาวิเทอร์บีสองมิติ.....	249
7.7 ผลการทดลอง	253
7.7.1 สมรรถนะของอีควอไลเซอร์สองมิติ.....	256
7.7.2 ผลกระทบของสัญญาณรบกวนสี่บันทีกและแทร็กมิสเรจิสเตรชัน	257
7.7.3 สมรรถนะของระบบ BPMP แบบวนซ้ำ.....	258
7.8 สรุปท้ายบท	261
7.9 แบบฝึกหัดท้ายบท	262
บทที่ 8 เทคโนโลยี HAMR	263
8.1 บทนำ.....	264
8.2 หลักการเขียนข้อมูลของระบบ HAMR.....	265
8.3 พื้นฐานแบบจำลองวิลเลียม-คอมสต็อกเชิงความร้อน	266
8.3.1 โพรไฟล์อุณหภูมิ.....	267

8.3.2	ลูปฮิสเทอรีซิส.....	268
8.3.3	แบบจำลองวิลเลียม-คอมสต็อก.....	270
8.3.4	แบบจำลองวิลเลียม-คอมสต็อกเชิงความร้อน.....	271
8.4	ระบบ HAMR แบบแนวนอน.....	275
8.4.1	การหาค่า $dM(x)/dx$	275
8.4.2	การหาค่า $dM(H)/dH$	276
8.4.3	การหาค่า dH_h/dx	277
8.4.4	การหาค่า dH_d/dx	279
8.4.5	การหาค่า $dH_c/dT \times dT/dx$	281
8.4.6	การหาจุดศูนย์กลางการเปลี่ยนสถานะ x_0	283
8.4.7	การหาพารามิเตอร์การเปลี่ยนสถานะ a	284
8.5	ระบบ HAMR แบบแนวตั้ง.....	285
8.6	แบบจำลองไมโครแทรก.....	291
8.7	ลักษณะเฉพาะของระบบ HAMR.....	293
8.7.1	ระบบ HAMR แบบแนวนอน.....	294
8.7.2	ระบบ HAMR แบบแนวตั้ง.....	302
8.7.3	ข้อควรระวังในการใช้แบบจำลองวิลเลียม-คอมสต็อกเชิงความร้อน.....	304
8.8	สรุปท้ายบท.....	305
8.9	แบบฝึกหัดท้ายบท.....	305
ก	ฟังก์ชันลอการิทึมจาโคเบียน.....	307
ข	กฎของไฮเพอร์โบลิกแทนเจนต์.....	309
ค	ความสมมูลของสมการ (4.30) และ (4.32).....	311
ง	การหาค่าประมาณแบบชอฟต์ สำหรับช่องสัญญาณ PR2.....	313
	บรรณานุกรม.....	317
	ดรรชนี.....	327