

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	5
1.5 ขอบเขตการวิจัย	5
บทที่ 2 ทฤษฎี แนวคิด และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม	6
2.2 ทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ	10
2.3 การออกแบบการทดลอง	13
2.4 ทฤษฎีสมบัติของแม่เหล็ก	18
2.4.1 สภาพแม่เหล็กแบบพารา	18
2.4.2 สภาพแม่เหล็กแบบเฟอร์โร	19
2.4.3 อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อพฤติกรรมทางแม่เหล็ก	20
2.4.4 การเก็บข้อมูลด้วยแม่เหล็ก	20
2.5 การจำลองสถานการณ์มอนติคาร์โล	21
2.5.1 แบบจำลองไอซิงค์	22
2.6 การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์	25
2.6.1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6.2 การประมาณค่าพารามิเตอร์	27
2.6.3 การทดสอบสมมติฐาน	29
2.6.4 สมการถดถอยรูปพหุนาม	31
2.6.5 การตรวจสอบแบบจำลองการถดถอย	31
2.6.6 การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกับค่ามาตรฐาน	33
2.7 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	33
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	36
3.1 การฝึกโครงข่ายประสาทเทียม	36
3.1.1 ข้อมูลจากแบบจำลองมอนติคาร์โล	36
3.1.2 ขั้นตอนในการฝึกโครงข่ายประสาทเทียม	37
3.2 การทำนายค่าเอาต์พุตของระบบ	40
3.3 การคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี	41
3.3.1 การหาค่าอุณหภูมิที่จุดตัดของคิวมูแลนต์	41
3.3.2 การประมาณค่านอกช่วง	41
บทที่ 4 การออกแบบการทดลอง	42
4.1 การออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียล	42
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลอง	45
4.3 การฝึกแบบจำลองโครงข่ายด้วยชุดข้อมูลที่ปรับขนาด	48
บทที่ 5 การคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี	51
5.1 การทำนายค่าคิวมูแลนต์อันดับที่ 4	51
5.2 การหาค่าอุณหภูมิที่จุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4	52
5.3 การคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี	57
5.3.1 ขนาดระบบ	57
5.3.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น	58

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.3.3 ค่าเฉลี่ยจุดตัด	64
5.4 การทดสอบค่าสถิติ	65
5.5 การตรวจสอบแบบจำลองการถดถอย	68
5.5.1 ตรวจสอบคุณสมบัติของค่าเรขาคณิต	68
5.5.2 การตรวจสอบการแจกแจงและอื่นๆ	71
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย	73
6.1 สรุปผลการทดลอง	73
6.1.1 ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง	73
6.1.2 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและการคำนวณค่าอุณหภูมิควิ	74
6.1.3 การตรวจสอบแบบจำลองการถดถอย	75
6.2 วิจารณ์การทดลอง	75
6.3 ข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางชุดข้อมูลที่จำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการมอนติคาร์โล	80
ภาคผนวก ข ตารางชุดข้อมูลฝึกโครงข่ายประสาทเทียม	87
ภาคผนวก ค ตารางข้อมูลเอาต์พุตที่คำนวณโดยระบบโครงข่ายประสาทเทียมชุดที่ 6	106
ภาคผนวก ง ตารางค่าอุณหภูมิจุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ที่ระบบขนาดต่างๆ	134
ภาคผนวก จ ตารางค่าอุณหภูมิจุดตัดระหว่างระบบขนาดต่างๆของชุดข้อมูล	150
ภาคผนวก ฉ ตารางผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูล	153
ตารางผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการพหุนาม	
ภาคผนวก ช ตารางผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ t ของค่าเฉลี่ยจุดตัดจากระบบ 3 ขนาด	177
ภาคผนวก ซ รูปการตรวจสอบแบบจำลองการถดถอย	180
ประวัติผู้เขียน	183

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการออกแบบเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^4	15
2.2 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน	29
2.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (F test)	30
4.1 ปัจจัยที่กำหนดในการออกแบบการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^4	43
4.2 ค่ารากที่สองของค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองเชิงแฟคทอเรียลแบบ 2^4	44
4.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยโปรแกรม Minitab	45
4.4 การปรับขนาดของชุดข้อมูล 9 ชุด	48
4.5 รายละเอียดของข้อมูลหลังจากทำการปรับขนาดแล้ว	49
4.6 ค่าสถิติจากการฝึกโครงข่ายประสาทเทียมด้วยข้อมูล 9 ชุด	50
5.1 การกำหนดขนาดอินพุตเพื่อใช้ทำนายเอาต์พุตจากแบบจำลองโครงข่ายต่างๆ	51
5.2 ค่าอุณหภูมิจุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ที่ระบบขนาดเท่ากับ 10 ตัดกับระบบขนาดอื่นๆ จากข้อมูลเอาต์พุตชุดที่ 6	54
5.3 ค่าอุณหภูมิจุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ที่ระบบขนาดเท่ากับ 15 ตัดกับระบบขนาดอื่นๆ จากข้อมูลเอาต์พุตชุดที่ 6	55
5.4 ค่าอุณหภูมิจุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ที่ระบบขนาดเท่ากับ 20 ตัดกับระบบขนาดอื่นๆ จากข้อมูลเอาต์พุตชุดที่ 6	56
5.5 ค่าอุณหภูมิจุดตัดของคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ที่ระบบขนาดเท่ากับ 25 ตัดกับระบบขนาดอื่นๆ จากข้อมูลเอาต์พุตชุดที่ 6	56
5.6 ค่าอุณหภูมิที่เกิดจุดตัดระหว่างระบบขนาดต่างๆของเอาต์พุตจากข้อมูลชุดที่ 6	57
5.7 แสดงค่า $\ln(L/L')$ เมื่อ $L > L'$	58
5.8 แสดงค่า $\ln^{-1}(L/L')$ เมื่อ $L > L'$	58
5.9 ค่าส่วนกลับของฟังก์ชันล็อก(ฐานธรรมชาติ)ของอัตราส่วนระหว่างสองขนาดระบบและอุณหภูมิจุดตัดของข้อมูลเอาต์พุตจากแบบจำลองโครงข่าย 9 ชุด	60

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
5.10 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลชุดที่ 6 $L=10$	61
5.11 ค่าอนุมูลหุมิคูลีและค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น	62
5.12 ผลการวิเคราะห์สถิติ t ของค่าเฉลี่ยอนุมูลหุมิคูลีที่ได้จากขนาดระบบ 2 ชุด	65
5.13 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการพหุนามเปรียบเทียบกับแบบเชิงเส้น	67
5.14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม Minitab	69
5.15 การวิเคราะห์ค่าเรขาคของข้อมูลชุดที่ 6	70

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1 ส่วนประกอบภายในฮาร์ดดิสก์	2
2.1 โครงสร้างของระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Multi-Layer-Perceptron	7
2.2 การคูณระหว่างอินพุตและค่าน้ำหนัก	7
2.3 ฟังก์ชันถ่ายโอนข้อมูลแบบต่างๆ	8
2.4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ	11
2.5 สภาพแม่เหล็ก Paramagnetism	19
(a) การจัดเรียงตัวของอะตอมเมื่อไม่มีสนามแม่เหล็กภายนอกมากระทำ	
(b) อะตอมเมื่อได้รับอิทธิพลจากสนามแม่เหล็กภายนอก	
(c) สภาพแม่เหล็ก Diamagnetism ที่ไม่มี Magnetic Moment	
2.6 การเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบของไดโพลในวัสดุแม่เหล็กแบบเฟอร์โรที่สถานะพื้นและปราศจากสนามแม่เหล็กภายนอก	19
2.7 สภาพแม่เหล็กอิมิตัวเป็นฟังก์ชันของอุณหภูมิสำหรับเหล็กและ Fe_3O_4	20
2.8 การจัดเรียงตัวของสปินในสองมิติแบบแลตทิซจตุรัส (square lattice)	22
3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	36
3.2 รูปแบบการสุ่มข้อมูล	37
3.3 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม	38
3.4 การประยุกต์ใช้โครงข่ายฯสร้างแบบจำลองเพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี	39
3.5 การทำนายเอาต์พุตจากโครงข่ายฯที่ถูกฝึกแล้ว	40
4.1 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อคำนวณค่าอุณหภูมิคูรี	42
4.2 ผลกระทบหลักของปัจจัยต่างๆและค่า RMS error (test data)	47
4.3 ผลกระทบร่วมระหว่างปัจจัยต่างๆและค่า RMS error (test data)	47
5.1 กราฟระหว่างคิวมูแลนต์อันดับที่ 4 ของระบบขนาดต่างๆและค่าอุณหภูมิ	52
5.2 ภาพขยายของจุดตัดระหว่างระบบขนาดต่างๆ	53
5.3 กราฟจุดตัดของระบบ 2 ขนาด	53

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
5.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นของข้อมูลชุดที่ 6 ที่ $L=10$ จุดเฉลี่ย	59
5.5 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบของสมการพหุนามของข้อมูลชุดที่ 6 ที่ $L=15$ จุดเฉลี่ย	67
5.6 กราฟ Normal plot ของค่าเรซิดวมาตรฐาน	71
5.7 กราฟพล็อตค่าเรซิดวเทียบกับขนาดระบบ	71
5.8 กราฟพล็อตค่าเรซิดวเทียบกับอุณหภูมิ	72