

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	2
1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า	5
2.1.1 จุดมุ่งหมายของการพยากรณ์	5
2.1.2 การแบ่งประเภทโหลด	5
2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการพยากรณ์	6
2.1.4 เทคนิคในการพยากรณ์	6
2.1.5 การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในประเทศไทย	7
2.2 ความต้องการไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้าย่อย	8
2.3 หลักการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าระยะสั้น	8
2.4 เทคนิคเครือข่ายประสาทแบบแพร่กลับ	11
2.4.1 สถาปัตยกรรม	11
2.4.2 หลักวิธีการสอนและการเรียนรู้	12
2.4.3 คำนำหน้านักเริ่มต้น	13
2.4.4 ฟังก์ชันการกระตุ้น	14
2.4.5 ค่าโมเมนตัมและอัตราการเรียนรู้	15

2.4.6	ชั้นช้อนและจำนวนนิวรอนในชั้นช้อน	16
2.5	หลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม	16
2.6	การใช้เทคนิคเครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม	17
บทที่ 3	การวิเคราะห์ความต้องการไฟฟ้าและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3.1	การเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพอากาศ	19
3.2	การเก็บรวบรวมข้อมูลความต้องการไฟฟ้า	21
3.3	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการไฟฟ้าและสภาพอากาศ	25
3.4	การวิเคราะห์รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงความต้องการไฟฟ้า	29
บทที่ 4	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า	35
4.1	โปรแกรมคอมพิวเตอร์เครือข่ายประสาท	35
4.1.1	การเตรียมข้อมูลโหนดและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต	36
4.1.2	การจัดข้อมูลให้เหมาะสมกับการสอนและเรียนรู้	37
4.1.3	การสร้างเครือข่ายประสาทและองค์ประกอบการสอนและเรียนรู้	38
4.1.4	การสอนให้แก่เครือข่ายประสาทและการหาคำตอบ	41
4.2	การทดลองพยากรณ์โดยใช้เครือข่ายประสาท	41
4.2.1	การทดลองเครือข่ายประสาทแบบหนึ่งชั้นช้อน	41
4.2.2	การทดลองเครือข่ายประสาทแบบสองชั้นช้อน	42
4.2.3	การทดลองเครือข่ายประสาทแบบแยกฤดูกาล	46
4.3	โปรแกรมคอมพิวเตอร์เครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม	52
4.3.1	การสร้างประชากรคำตอบเริ่มต้น	52
4.3.2	การกระทำครอสโอเวอร์	53
4.3.3	การกระทำมิวเตชัน	54
4.3.4	การหาค่าความเหมาะสม	55
4.3.5	การคัดเลือกประชากรรุ่นใหม่	56
4.3.6	การตรวจสอบเงื่อนไขหยุดสร้างคำตอบ	57
4.4	การทดลองใช้เครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม	57
บทที่ 5	ผลการวิจัย	66
5.1	ผลการพยากรณ์โดยโปรแกรมเครือข่ายประสาท	67
5.1.1	ผลการพยากรณ์วันหยุดพิเศษ	67
5.1.2	ผลการพยากรณ์วันหยุดประจำสัปดาห์	69

5.1.3 ผลการพยากรณ์วันทำงาน	72
5.2 ผลการพยากรณ์โดยใช้เครือข่ายประสาทร่วมกับหลักวิธีถ่ายทอดพันธุกรรม	74
5.2.1 ผลการพยากรณ์วันหยุดพิเศษ	74
5.2.2 ผลการพยากรณ์วันหยุดประจำสัปดาห์	77
5.2.3 ผลการพยากรณ์วันทำงานประจำสัปดาห์	81
บทที่ 6 บทสรุป	90
6.1 สรุปผลการวิจัย	90
6.2 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	93
6.3 ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารอ้างอิง	96
ประวัติผู้เขียน	98

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือนในปี พ.ศ. 2543	20
3.2 ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยและต่ำสุดเฉลี่ยของแต่ละเดือน ในปี พ.ศ. 2543	20
3.3 แสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับสายป้อนของสถานีไฟฟ้าเชียงใหม่ กฟภ. จังหวัดเชียงใหม่	21
3.4 โหลดเฉลี่ยรายชั่วโมงของวันหยุดพิเศษ และค่านอมอล โล้ชแฟคเตอร์	30
3.5 โหลดเฉลี่ยรายชั่วโมงของวันหยุดประจำสัปดาห์และค่านอมอล โล้ชแฟคเตอร์	31
3.6 โหลดเฉลี่ยรายชั่วโมงของวันทำงาน และค่านอมอล โล้ชแฟคเตอร์	32
4.1 ผลการทดสอบเครือข่ายประสาทหนึ่งชั้นซ่อน หาค่าโมเมนตัมและจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อน	43
4.2 ผลการทดสอบเครือข่ายสองชั้นซ่อน กรณีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนเท่ากัน	45
4.3 ผลการทดสอบเครือข่ายสองชั้นซ่อน กรณีจำนวนนิวรอนในชั้นซ่อนไม่เท่ากัน	45
4.4 ผลการทดลองแบบจำลองเครือข่ายประสาทสำหรับพยากรณ์ในฤดูหนาวเมื่อเปลี่ยนดัชนีอินพุตและค่า MSE เป้าหมาย	48
4.5 ผลการทดลองแบบจำลองเครือข่ายประสาทสำหรับพยากรณ์ในฤดูร้อนเมื่อเปลี่ยนดัชนีอินพุตและค่า MSE เป้าหมาย	49
4.6 ผลการทดลองแบบจำลองเครือข่ายประสาทสำหรับพยากรณ์ในฤดูฝนเมื่อเปลี่ยนดัชนีอินพุตและค่า MSE เป้าหมาย	50
4.7 ผลการทดลองสุ่ม (trial) หาแบบจำลองเครือข่ายประสาทที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าแต่ละฤดูกาล	51
4.8 การทดลองใช้ GA หาน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นของเครือข่ายประสาทที่ใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูหนาว	59
4.9 การทดลองใช้ GA หาน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นของเครือข่ายประสาทที่ใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูร้อน	60
4.10 การทดลองใช้ GA หาน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นของเครือข่ายประสาทที่ใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูร้อน	61

ตาราง	หน้า
4.11 ผลการทดลองพยากรณ์โดยแบบจำลองเครือข่ายประสาทที่ใช้น้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นจาก GA สำหรับความต้องการไฟฟ้าในฤดูหนาว จำนวน 10 ครั้ง	62
4.12 ผลการทดลองพยากรณ์โดยแบบจำลองเครือข่ายประสาทที่ใช้น้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นจาก GA สำหรับความต้องการไฟฟ้าในฤดูร้อน จำนวน 10 ครั้ง	63
4.13 ผลการทดลองพยากรณ์โดยแบบจำลองเครือข่ายประสาทที่ใช้น้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นจาก GA สำหรับความต้องการไฟฟ้าในฤดูฝน จำนวน 10 ครั้ง	63
4.14 ผลการทดลองใช้ผลจาก GA มาเป็นน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นแก่เครือข่ายประสาท	65
5.1 วันที่ใช้สอนเครือข่ายประสาทและวันที่ใช้ในการพยากรณ์	66
5.2 เปอร์เซนต์ความผิดพลาดของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันหยุดพิเศษเมื่อพยากรณ์โดยใช้ NN	67
5.3 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันหยุดประจำสัปดาห์เมื่อพยากรณ์โดยใช้ NN	69
5.4 ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซนต์ความผิดพลาดสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันทำงานประจำสัปดาห์เมื่อพยากรณ์โดยใช้ NN	72
5.5 เปอร์เซนต์ความผิดพลาด (MAPE) ของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันหยุดพิเศษเมื่อพยากรณ์โดยใช้ NNGA เทียบกับ NN	75
5.6 เปอร์เซนต์ความผิดพลาด (MAPE) ของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันหยุดประจำสัปดาห์ เมื่อพยากรณ์โดยใช้ NNGA เทียบกับ NN	77
5.7 เปอร์เซนต์ความผิดพลาด (MAPE) ของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในวันทำงานประจำสัปดาห์ เมื่อพยากรณ์โดยใช้ NNGA เทียบกับ NN	81
5.8 เปรียบเทียบค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าแต่ละฤดูกาลโดยใช้ NN กับ NNGA	89
6.1 สรุปข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตที่ใช้ในเครือข่ายประสาท	92

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ตัวอย่างรูปแบบของโหลดโดยทั่วไปของสถานีไฟฟ้าย่อยที่จ่ายไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้า 3 ประเภท	9
2.2 สถาปัตยกรรมเครือข่ายประสาทแบบแพร่กลับชนิดหนึ่งชั้นซ่อน	12
2.3 ฟังก์ชัน ไมนารีซิมมอยด์	15
2.4 ฟังก์ชัน ไฮโปตาซิมมอยด์	15
2.5 การนำหลักวิธีการถ่ายทอดพันธุกรรมมาใช้ร่วมกับเครือข่ายประสาท	18
3.1 รูปแบบความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงในวันหยุดประจำสัปดาห์ (weekends) ของฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ของสถานีไฟฟ้าเชียงใหม่ 4	22
3.2 รูปแบบความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงในวันทำงาน (weekdays) ของฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ของสถานีไฟฟ้าเชียงใหม่ 4	23
3.3 รูปแบบความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยรายชั่วโมงในวันหยุดพิเศษ (holidays) ของฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ของสถานีไฟฟ้าเชียงใหม่ 4	23
3.4 รูปแบบความต้องการไฟฟ้ารายชั่วโมงในวันทำงาน ระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม – วันที่ 1 กันยายน 2543 แสดงความผิดปกติของความต้องการไฟฟ้าในวันที่ 29 สิงหาคม	24
3.5 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับอุณหภูมิต่ำสุด	25
3.6 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับอุณหภูมิสูงสุด	26
3.7 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด	26
3.8 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด	27
3.9 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับปริมาณฝน	28
3.10 แผนภาพการกระจายแสดงความเกี่ยวพันระหว่างโหลดสูงสุดกับความเร็วลม	28
3.11 กราฟของแฟคเตอร์รูปแบบ สำหรับความต้องการไฟฟ้ารายชั่วโมงในฤดูร้อน	33
3.12 กราฟของแฟคเตอร์รูปแบบ สำหรับความต้องการไฟฟ้ารายชั่วโมงในฤดูฝน	33

รูป	หน้า
3.13 กราฟของแฟลคเตอร์รูปแบบ สำหรับความต้องการไฟฟ้ารายชั่วโมงในฤดูหนาว	34
4.1 แผนผังแสดงโครงสร้างของโปรแกรมเครือข่ายประสาทที่ใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า	35
4.2 อินพุตสำหรับสอนเครือข่ายประสาทที่ใช้พยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูฝน	37
4.3 เมตริกซ์เอาต์พุตเป้าหมายที่ใช้ในการสอนและการเรียนรู้ของเครือข่ายประสาทที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้าในฤดูฝน	37
4.4 คำสั่งในการลดทอนขนาดของอินพุตและเอาต์พุตเป้าหมาย	38
4.5 รูปแบบคำสั่งที่ใช้ในการสร้างเครือข่ายประสาทและองค์ประกอบการสอนและการเรียนรู้	38
4.6 คำสั่งที่ใช้ในการกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้นของเครือข่ายประสาท	40
4.7 แสดงคำสั่งในการกำหนดค่าน้ำหนักและไบอัสเริ่มต้นเอง	40
4.8 คำสั่งการทดสอบหาค่าตอบของเครือข่ายประสาท	41
4.9 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการสร้างประชากรคำตอบที่เป็นค่าน้ำหนักและไบอัส	53
4.10 ชุดคำสั่งในการสุ่มเลือกโครโมโซมมากระทำครอสโอเวอร์	53
4.11 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการหาจุดตัดไขว้ยีนส์และการกระทำครอสโอเวอร์	54
4.12 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่จะกระทำมิวเตชัน	54
4.13 ชุดคำสั่งในการกระทำมิวเตชัน	55
4.14 ชุดคำสั่งที่ใช้คำนวณหาค่าความเหมาะสมเรียงอันดับจากมากไปน้อย	56
4.15 ชุดคำสั่งที่ใช้ในการคัดเลือกประชากรรุ่นใหม่	56
4.16 ชุดคำสั่งที่แสดงถึงเงื่อนไขการหยุดวิวัฒนาการ	57
5.1 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันหยุดมาฆบูชา	68
5.2 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันหยุดชดเชยวันสงกรานต์	68
5.3 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันหยุดปิยมหาราช	69
5.4 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันเสาร์ที่ 19 และวันอาทิตย์ที่ 20 กุมภาพันธ์ 2543 (48 ชั่วโมง)	70
5.5 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันเสาร์ที่ 15 และวันอาทิตย์ที่ 16 เมษายน 2543 (48 ชั่วโมง)	70

รูป	หน้า
5.6 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันเสาร์ที่ 7 และวันอาทิตย์ที่ 8 ตุลาคม 2543 (48 ชั่วโมง)	71
5.7 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันทำงาน 5 วัน ในฤดูหนาว (112 ชั่วโมง)	72
5.8 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันทำงาน 5 วัน ในฤดูร้อน (112 ชั่วโมง)	73
5.9 กราฟเปรียบเทียบความต้องการไฟฟ้าที่พยากรณ์ได้และค่าจริงของวันทำงาน 5 วัน ในฤดูฝน (112 ชั่วโมง)	73
5.10 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดมาฆบูชา	75
5.11 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดชดเชยวันสงกรานต์	76
5.12 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดปิยมหาราช	76
5.13 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูหนาว (วันเสาร์ที่ 19 กุมภาพันธ์ 2543)	78
5.14 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูหนาว (วันอาทิตย์ที่ 20 กุมภาพันธ์ 2543)	78
5.15 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูร้อน (วันเสาร์ที่ 15 เมษายน 2543)	79
5.16 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูร้อน (วันอาทิตย์ที่ 16 เมษายน 2543)	79
5.17 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูฝน (วันเสาร์ที่ 7 ตุลาคม 2543)	80
5.18 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันหยุดประจำสัปดาห์ในฤดูฝน (วันอาทิตย์ที่ 8 ตุลาคม 2543)	80
5.19 เปรียบเทียบผลการพยากรณ์ด้วย NN กับ NNGA และค่าความต้องการไฟฟ้าจริง ของวันทำงานประจำสัปดาห์ในฤดูหนาว (วันอังคารที่ 15 กุมภาพันธ์ 2543)	82

รูป	หน้า
6.1	91

6.1 โครงสร้างสถาปัตยกรรมเครือข่ายประสาทที่ใช้ในงานวิจัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University