

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	(6)
รายการตาราง.....	(9)
รายการภาพประกอบ.....	(11)
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 การตรวจเอกสาร.....	2
1.1.1 การประยุกต์ใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม.....	2
1.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคข้อมูลอนุกรมเวลา.....	3
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	4
1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน.....	4
1.4 ขั้นตอนและระยะเวลาการดำเนินงาน.....	4
1.4.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
1.4.2 ระยะเวลาดำเนินการ.....	5
1.4.3 แผนการดำเนินการวิจัย.....	5
1.5 สถานที่ทำการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้.....	5
1.5.1 สถานที่.....	5
1.5.2 เครื่องมือที่ใช้.....	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์อากาศ.....	7
2.1 การเตรียมข้อมูล.....	7
2.1.1 การทำความสะอาดข้อมูล.....	7
2.1.2 การกรองข้อมูล.....	7
2.1.3 การเปลี่ยนรูปข้อมูล.....	9
2.2 ข้อมูลอนุกรมเวลา.....	10
2.3 โครงข่ายประสาทเทียม.....	10
2.3.1 การคำนวณในโครงข่ายประสาทเทียม.....	11
2.3.2 ประเภทของโครงข่ายประสาทเทียม.....	13
2.3.3 การติดต่อระหว่างนิวรอนในโครงข่ายประสาทเทียม.....	14
2.3.4 เทคนิคในการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม.....	15

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 การประเมินค่าความผิดพลาดจากการพยากรณ์.....	15
3 แบบจำลองระบบพยากรณ์อากาศโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.....	17
3.1 ขั้นตอนวิธีเลือกโครงข่ายประสาทเทียม.....	18
3.2 ขั้นตอนวิธีกรองข้อมูลและแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม.....	22
3.3 ขั้นตอนวิธีสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	24
3.4 ขั้นตอนวิธีพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	25
3.5 ขั้นตอนวิธีพยากรณ์ฝน.....	27
4 ผลการทดลองและบทวิจารณ์.....	29
4.1 ชุดข้อมูลประเทศไทย.....	29
4.2 ชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน.....	43
4.3 ชุดข้อมูลเมืองวิซิตา.....	51
5 โปรแกรมระบบพยากรณ์อากาศ.....	60
5.1 แผนภาพกระแสข้อมูลของระบบพยากรณ์อากาศ.....	60
5.2 ผังงานโปรแกรมของระบบพยากรณ์อากาศ.....	63
5.3 การพัฒนาระบบการพยากรณ์อากาศ.....	68
6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	76
6.1 สรุปผลงานวิจัย.....	76
6.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	78
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	78
บรรณานุกรม.....	79
ภาคผนวก	
ก. MATLAB.....	85
ก.1 โครงสร้างของ MATLAB.....	85
ก.2 การพัฒนาระบบพยากรณ์อากาศด้วย MATLAB.....	86
ก.3 การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้.....	92
ก.4 การสร้างกราฟในโปรแกรม MATLAB.....	98
ข. คู่มือโปรแกรมระบบพยากรณ์อากาศ.....	100
ข.1 เริ่มต้นกับโปรแกรม WFNN.....	100
ข.2 การสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	101

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข.3 การพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	105
ข.4 การพยากรณ์ผลลัพธ์.....	106
ข.5 ระบบช่วยเหลือผู้ใช้.....	109
ประวัติผู้เขียน.....	110

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	ตารางแสดงระยะเวลาดำเนินการวิจัย.....	5
2.1	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลา.....	10
3.1	ตารางแสดงการแบ่งข้อมูลตามฤดูกาลสำหรับชุดข้อมูลประเทศไทย.....	20
3.2	ตารางแสดงการแบ่งข้อมูลตามฤดูกาลสำหรับชุดข้อมูลต่างประเทศ.....	21
3.3	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลการพยากรณ์ฝนแบ่งเป็นราย 3 ชั่วโมง.....	21
3.4	ตารางแสดงการแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มโดยผู้ชำนาญการ.....	23
3.5	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลสำหรับการสอนโครงข่ายประสาทเทียม ในการพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	27
4.1	ตารางแสดงตัวแปรข้อมูลจากสถานีอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยาประเทศไทย.....	29
4.2	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลดิบของจังหวัดเชียงราย ประเทศไทย ราย 3 ชั่วโมง..	30
4.3	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการการแทนค่าข้อมูลสูญหาย.....	30
4.4	ตารางแสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยแบ่งช่วงค่าเท่ากัน.....	36
4.5	ตารางแสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยใช้ผู้ชำนาญการ.....	36
4.6	ตารางแสดงการตัดลดตัวแปรเข้ากับค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝน.....	37
4.7	ตารางแสดงการตัดลดตัวแปรเข้ากับเวลาที่ใช้ในการสอน โครงข่ายประสาทเทียม.....	38
4.8	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลอนุกรมเวลาของอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ของจังหวัดเชียงราย.....	38
4.9	ตารางแสดงวิธีการทดลองการพยากรณ์อนุกรมเวลาของข้อมูลตัวแปรอากาศ....	39
4.10	ตารางแสดงค่า RMSE ของตัวแปร $x_1$ และ $x_5$ ของชุดข้อมูลประเทศไทย.....	40
4.11	ตารางแสดงค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝนจากชุดข้อมูลประเทศไทย.....	40
4.12	ตารางแสดงตัวแปรข้อมูลของชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	43
4.13	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลดิบของชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	44
4.14	ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการแทนค่าข้อมูลสูญหาย.....	44
4.15	ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝน ของชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน.....	45
4.16	ตารางแสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยให้มีช่วงค่าเท่ากัน.....	47

## รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.17 ตารางแสดงวิธีการทดลองการพยากรณ์อนุกรมเวลาของข้อมูลตัวแปรอากาศ....	48
4.18 ตารางแสดงค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝน ของชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน.....	49
4.19 ตารางแสดงตัวแปรข้อมูลของชุดข้อมูลเมืองวิซิตา ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	51
4.20 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลดิบของชุดข้อมูลเมืองวิซิตา ประเทศสหรัฐอเมริกา...	52
4.21 ตารางแสดงตัวอย่างข้อมูลที่ผ่านการแทนค่าข้อมูลสูญหาย.....	52
4.22 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝน ของชุดข้อมูลเมืองวิซิตา.....	53
4.23 ตารางแสดงตัวอย่างการแบ่งกลุ่มข้อมูลโดยให้มีช่วงค่าเท่ากัน.....	56
4.24 ตารางแสดงค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝน ของชุดข้อมูลเมืองวิซิตา.....	57
6.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานโดยใช้แบบจำลอง WFNN.....	78
ก.1 ตารางแสดงรูปแบบเส้น เครื่องหมายและสีในการสร้างกราฟ.....	97

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
2.1 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอน.....	11
2.2 แสดงฟังก์ชันสเตป.....	12
2.3 แสดงฟังก์ชันลิเนียร์.....	12
2.4 แสดงฟังก์ชันซิกมอยด์.....	13
2.5 แสดงฟังก์ชันเกาเซียน.....	13
2.6 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น.....	14
2.7 แสดงโครงข่ายประสาทเทียมแบบย้อนกลับ.....	14
3.1 แสดงขั้นตอนวิธีของแบบจำลองระบบพยากรณ์อากาศโดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียม (Weather Forecast using Artificial Neural Networks: WFNN).....	17
3.2 แสดงสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมของการพยากรณ์ฝน.....	19
3.3 แสดงขั้นตอนวิธีเลือกโครงข่ายประสาทเทียม.....	19
3.4 แสดงขั้นตอนวิธีกรองข้อมูลและแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม.....	22
3.5 แสดงขั้นตอนวิธีสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	24
3.6 แสดงสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับการพยากรณ์อนุกรมเวลาของ ตัวแปร $x_t$ .....	26
3.7 แสดงขั้นตอนวิธีพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	26
3.8 แสดงขั้นตอนวิธีพยากรณ์ฝน.....	28
3.9 แสดงสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมของการพยากรณ์ฝนที่เวลา $(t+2)$ ...	28
4.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องระหว่างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และแบบ RBF ของการพยากรณ์ฝนระยะสั้นของข้อมูลประเทศไทย.....	31
4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้องระหว่างโครงข่ายประสาทเทียมแบบ MLP และแบบ RBF ของการพยากรณ์ฝนเป็นฤดูของข้อมูลประเทศไทย.....	32
4.3 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลปริมาณเมฆด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	33
4.4 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลอุณหภูมิจุดน้ำค้างด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	33
4.5 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความกดอากาศด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	34
4.6 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	34
4.7 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลอุณหภูมิด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	34
4.8 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความเร็วลมด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	35

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4.9 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลทิศทางลมด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	36
4.10 แสดงเวลาและค่าความถูกต้องของการพยากรณ์ฝนจากการตัดลดจำนวน ตัวแปรข้อมูลเข้าของแต่ละจังหวัดในชุดข้อมูลประเทศไทย.....	37
4.11 แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของแบบจำลอง WFNN ของชุดข้อมูลจังหวัดชลบุรี ประเทศไทย.....	42
4.12 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความกดอากาศด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	46
4.13 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลอุณหภูมิด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	46
4.14 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความเร็วลมด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	46
4.15 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความชื้นสัมพัทธ์ด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	47
4.16 แสดงค่า RMSE ของตัวแปรข้อมูลเข้าจากชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน.....	48
4.17 แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของแบบจำลอง WFNN ของชุดข้อมูลมหาวิทยาลัยวอชิงตัน.....	50
4.18 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	54
4.19 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	54
4.20 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลความเร็วลมด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	55
4.21 แสดงตัวอย่างการกรองข้อมูลระยะเวลาที่พระอาทิตย์ส่องแสงด้วย FIR ( $k = 8$ ).....	55
4.22 แสดงค่า RMSE ของตัวแปรข้อมูลเข้าจากชุดข้อมูลเมืองวิซิตา.....	57
4.23 แสดงตัวอย่างข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของแบบจำลอง WFNN ของชุดข้อมูลเมืองวิซิตา.....	58
5.1 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลของระบบพยากรณ์อากาศ.....	60
5.2 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1 ของระบบพยากรณ์อากาศ.....	61
5.3 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 2 ของการเตรียมข้อมูล.....	61
5.4 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 2 ของการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	62
5.5 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 2 ของการพยากรณ์ค่าข้อมูลตัวแปรเข้า แบบอนุกรมเวลา.....	62
5.6 แสดงแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 2 ของการพยากรณ์ฝน.....	63
5.7 แสดงผังงานโปรแกรมหลักของระบบพยากรณ์อากาศ.....	63
5.8 แสดงผังงานโปรแกรมของการเตรียมข้อมูล.....	64
5.9 แสดงผังงานโปรแกรมของการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	65

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
5.10 แสดงผังงานโปรแกรมของการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า (ต่อ).....	66
5.11 แสดงผังงานโปรแกรมของการพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	67
5.12 แสดงผังงานโปรแกรมของการพยากรณ์ฝน.....	68
5.13 แสดงหน้าหลักของโปรแกรมระบบพยากรณ์อากาศ.....	69
5.14 แสดงหน้าต่างการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	70
5.15 แสดงการสอบถามความต้องการพยากรณ์อนุกรมเวลา.....	71
5.16 แสดงการสอบถามความต้องการพยากรณ์ผลลัพธ์.....	71
5.17 แสดงหน้าต่างการพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	72
5.18 แสดงการสอบถามความต้องการพยากรณ์ผลลัพธ์.....	72
5.19 แสดงหน้าต่างการพยากรณ์ผลลัพธ์.....	73
5.20 แสดงผลลัพธ์ว่าฝนตก.....	74
5.21 แสดงผลลัพธ์ว่าฝนไม่ตก.....	74
5.22 แสดงหน้าต่างแสดงระบบช่วยเหลือผู้ใช้.....	74
ก.1 แสดงตัวอย่าง script M-file ชื่อ Check_train_test.m.....	85
ก.2 แสดงตัวอย่าง script M-file ชื่อ Preprocess_filtering.m.....	86
ก.3 แสดงตัวอย่าง script M-file ชื่อ Rainfall_train_program.m.....	86
ก.4 แสดงตัวอย่าง script M-file ชื่อ Rainfall_test_program.m.....	87
ก.5 แสดงตัวอย่าง script M-file ชื่อ Reduce_column.m.....	88
ก.6 แสดงตัวอย่าง Script M-file ชื่อ Result_rainfall_program.m.....	89
ก.7 แสดงหน้าต่างสำหรับการพยากรณ์ฝน.....	91
ก.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรม MATLAB.....	92
ก.9 แสดงหน้าต่างสำหรับผู้ใช้ในการเลือกสร้างฟอร์มเพื่อพัฒนาระบบ.....	92
ก.10 แสดงฟอร์มหน้าต่างเปล่าสำหรับผู้ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	93
ก.11 แสดงเมนูไอคอน Menu Editor สำหรับการสร้างเมนูการทำงาน.....	93
ก.12 แสดงหน้าต่างการสร้างเมนูการทำงาน.....	94
ก.13 แสดงเมนูไอคอน M-file Editor สำหรับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัตถุ.....	94
ก.14 แสดงคุณสมบัติของวัตถุต่างๆ ในหน้าต่างการพยากรณ์ฝน.....	95
ก.15 แสดงตัวอย่างการสร้างกราฟ.....	96
ก.16 แสดงตัวอย่างกราฟผลลัพธ์.....	96



## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
ข.1 แสดงหน้าหลักของโปรแกรมระบบพยากรณ์อากาศ.....	98
ข.2 แสดงหน้าต่างการสกัดตัวแปรข้อมูลเข้า.....	99
ข.3 แสดงหน้าต่างการบันทึกข้อมูลลงในแผ่นงาน.....	100
ข.4 แสดงหน้าต่างการเลือกข้อมูลจากไฟล์.....	100
ข.5 แสดงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูล.....	101
ข.6 แสดงผลลัพธ์จากการสอนโครงข่ายประสาทเทียม.....	102
ข.7 แสดงการสอบถามความต้องการพยากรณ์อนุกรมเวลา.....	102
ข.8 แสดงการสอบถามความต้องการพยากรณ์ผลลัพธ์.....	103
ข.9 แสดงหน้าต่างการพยากรณ์ตัวแปรข้อมูลเข้าแบบอนุกรมเวลา.....	103
ข.10 แสดงหน้าต่างการพยากรณ์ผลลัพธ์.....	104
ข.11 แสดงรูปแบบการป้อนข้อมูล ณ เวลาจริง.....	107
ข.12 แสดงรายละเอียดรูปแบบการป้อนข้อมูล ณ เวลาจริง.....	108
ข.13 แสดงผลลัพธ์ว่าฝนจะตก.....	108
ข.14 แสดงผลลัพธ์ว่าฝนจะไม่ตก.....	108
ข.15 แสดงหน้าต่างระบบช่วยเหลือผู้ใช้.....	109