

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.5 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 2 การค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเลโดยใช้แบบจำลองกระแสน้ำ	7
2.1 ขั้นตอนการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล	7
2.1.1 วิธีการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล	8
2.1.2 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของวัตถุ	9
2.2 การทำงานของแบบจำลองกระแสน้ำในมหาสมุทรของพริ้นซ์ตัน	9
2.2.1 การกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกระแสน้ำพริ้นซ์ตัน	10
2.2.2 การเตรียมข้อมูลมาให้กับแบบจำลองกระแสน้ำพริ้นซ์ตัน	11
บทที่ 3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีน	13
3.1 วิวัฒนาการของโครงข่ายประสาทเทียม	13
3.2 วิวัฒนาการของการหาหน้าหนักในการเชื่อมต่อ	13
3.3 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีน	14
3.3.1 คุณสมบัติของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีน	14

3.3.2	การใช้ซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีนสำหรับการแบ่งกลุ่ม	15
3.3.3	การใช้ซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีนสำหรับการถดถอย	17
3.3.4	ปริภูมิลักษณะเด่นและการแปลงข้อมูลโดยใช้ฟังก์ชันเคอร์เนล	21
บทที่ 4	การพัฒนาแบบจำลองกระแสน้ำในอ่าวไทยโดยใช้ซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีน	25
4.1	วิธีการพัฒนาแบบจำลองกระแสน้ำโดยใช้ซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีน	25
4.2	การเตรียมข้อมูลสำหรับฝึกสอนซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีน	26
4.2.1	รายละเอียดของข้อมูลลม	27
4.2.2	การถอดรหัสข้อมูลนามสกุลกริบ (*.grib)	28
4.2.3	รูปแบบของการจัดเรียงข้อมูลทั่วโลก	29
4.2.4	การกำหนดพื้นที่ศึกษาข้อมูลเพื่อใช้กับงานวิจัย	30
4.2.5	รายละเอียดการเตรียมข้อมูลลมสำหรับ ใช้สอนซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีน	31
4.3	รายละเอียดขั้นตอนการสอนซอฟต์แวร์แวกเตอร์แมทจีน	32
บทที่ 5	ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำในอ่าวไทย	43
5.1	รูปแบบของข้อมูลในการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำเชิงใหม่	43
5.2	ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำเชิงใหม่ด้วยข้อมูลที่ใช้ใน การฝึกสอน เปรียบเทียบกับแบบจำลองกระแสน้ำพริ้นซ์ตัน	45
5.3	ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำเชิงใหม่ด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ ในการฝึกสอนเปรียบเทียบกับแบบจำลองกระแสน้ำพริ้นซ์ตัน	63
5.4	ผลการทดสอบในเหตุการณ์จริง	77
5.4.1	เหตุการณ์ที่ 1	77
5.4.2	เหตุการณ์ที่ 2	79
บทที่ 6	สรุปขั้นตอนการดำเนินงานและผลการวิจัยแบบจำลองกระแสน้ำ	84
6.1	สรุปผลงานวิจัย	84
6.2	ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา	87
6.3	ข้อเสนอแนะ	88
บรรณานุกรม		89
ประวัติผู้เขียน		94

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
4.1 รายละเอียดของตำแหน่งข้อมูลบริเวณพื้นที่ทำงานวิจัย	31
4.2 ผลการทำทรอสเวลิเดชันแบบ 5 กลุ่มเพื่อเลือกแบบจำลองที่ให้ค่าลองจิจูด	36
4.3 ผลการทำทรอสเวลิเดชันแบบ 5 กลุ่มเพื่อเลือกแบบจำลองที่ให้ค่าละติจูด	37
4.4 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $\sigma$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าลองจิจูด	38
4.5 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $\sigma$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าละติจูด	38
4.6 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $C$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าลองจิจูด	40
4.7 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $C$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าละติจูด	41
4.8 ผลสรุปการทดลองเพื่อคัดเลือกแบบจำลองกระแสน้ำที่เหมาะสมที่สุด	42
5.1 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบผลการทำนายของแบบจำลอง	46
5.2 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 5 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	47
5.3 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 6 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	48
5.4 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 7 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	49
5.5 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 8 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	50
5.6 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 9 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	51
5.7 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 5 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	52
5.8 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 6 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	53

ตาราง	หน้า
5.9 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 7 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	54
5.10 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 8 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	55
5.11 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 101° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 10 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	56
5.12 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 5 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	57
5.13 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 6 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	58
5.14 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 7 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	59
5.15 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 8 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	60
5.16 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด 103° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 10 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	61
5.17 สรุปผลการทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของแบบจำลอง CMOM กับ POM ด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน ณ ตำแหน่งต่างๆในบริเวณอ่าวไทย	62
5.18 สรุปข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบเปรียบเทียบผลการทำนายของแบบจำลอง	63
5.19 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 11 พฤษภาคม 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	64
5.20 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 11 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	65
5.21 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 12 พฤษภาคม 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	66
5.22 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 102° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 12 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	67

ตาราง	หน้า
5.23 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 11 มิถุนายน 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	68
5.24 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 11 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	69
5.25 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 102° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 12 มิถุนายน 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	70
5.26 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 102° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 12 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	71
5.27 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 10° N ข้อมูลลม 11 กรกฎาคม 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	72
5.28 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 11 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	73
5.29 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 12 กรกฎาคม 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	74
5.30 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจิจูด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 12 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	75
5.31 สรุปผลการทดสอบเปรียบเทียบการทำงานของแบบจำลอง CMOM กับ POM ด้วยชุดข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ตำแหน่งต่างๆในบริเวณอ่าวไทย	76
5.32 ข้อมูลการเคลื่อนที่ของตำแหน่งนักบินที่ 1	77
5.33 ผลการทดสอบเปรียบเทียบแบบจำลองกระแสน้ำให้ทำนายตำแหน่งนักบินที่ 1	77
5.34 ข้อมูลการเคลื่อนที่ของทุ่นลอยน้ำในเวลา 25 ชั่วโมง	80
5.35 ผลเปรียบเทียบการใช้แบบจำลองกระแสน้ำทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุ	81
5.36 ผลการเปรียบเทียบระยะห่างระหว่างตำแหน่งของทุ่นทดสอบ กับตำแหน่งที่ทำนายได้จากแบบจำลอง ณ ชั่วโมงต่างๆ	83

## สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
2.1	ขั้นตอนการค้นหาและช่วยเหลือผู้ประสบภัยทางทะเล	7
2.2	วิธีการค้นหาแบบเซกเตอร์สแกนโดยใช้เรือผิวน้ำ	8
2.3	การทำงานของแบบจำลองกระแสน้ำพรินซ์ตัน	10
2.4	พื้นที่การทำงานของแบบจำลองกระแสน้ำพรินซ์ตันในทะเลไทยทั้ง 2 ฟัน	11
2.5	รายละเอียดขอบเขตของข้อมูลลมจากห้องสมุดสิ่งแวดล้อมมาสเตอร์	12
3.1	ระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล	16
3.2	การหาระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการแบ่งกลุ่มโดยอาศัยซัพพอร์ตเวกเตอร์	16
3.3	การหาระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้แทนกลุ่มข้อมูล	18
3.4	การกำหนดแนวขอบระนาบเกินด้วยฟังก์ชัน $\mathcal{E}$ -insensitive	18
3.5	การวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เชิงเส้น	21
3.6	การแมปข้อมูลจากปริภูมิอินพุตให้อยู่ในปริภูมิลักษณะเด่น	22
3.7	สถาปัตยกรรมของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีนสำหรับการถดถอย	23
4.1	แบบจำลองกระแสน้ำที่ใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมทชีนสำหรับการถดถอย	25
4.2	บริเวณพื้นที่อ่าวไทยเส้นละติจูดที่ $5-13^{\circ}$ เหนือ เส้นลองจิจูดที่ $99-105^{\circ}$ ตะวันออก	26
4.3	ลักษณะของข้อมูลลมในระบบกริบ	29
4.4	การจัดเรียงข้อมูลในระบบกริบ	30
4.5	ตำแหน่งข้อมูลบริเวณพื้นที่งานวิจัย	30
4.6	รูปแบบข้อมูลสำหรับการฝึกสอนเพื่อสร้าง Longitude_model	32
4.7	รูปแบบข้อมูลสำหรับการฝึกสอนเพื่อสร้าง Latitude_model	32
4.8	การย้ายแกนเพื่อกำหนดจุดอ้างอิงใหม่	33
4.9	ผลการทำครอสแวลิดชันแบบ 5 กลุ่มเพื่อคัดเลือก Longitude_model	36
4.10	ผลการทำครอสแวลิดชันแบบ 5 กลุ่มเพื่อคัดเลือก Latitude_model	37
4.11	ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $\sigma$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าลองจิจูด	39
4.12	ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $\sigma$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าละติจูด	39

รูป	หน้า
4.13 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $C$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าลองจิจูด	40
4.14 ผลการทดลองการเปลี่ยนค่า $C$ เพื่อคัดเลือกแบบจำลองค่าละติจูด	41
5.1 รูปแบบการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำเชียงใหม่	43
5.2 การทำงานของแบบจำลองในการทำนายตำแหน่งวัตถุล่องหน้า 12 ชั่วโมง	44
5.3 การหาระยะทางระหว่างจุด 2 จุดใดๆในระนาบ 2 มิติ	45
5.4 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $103^{\circ}$ E ละติจูด $8^{\circ}$ N ข้อมูลลม 5 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	47
5.5 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $102^{\circ}$ E ละติจูด $8^{\circ}$ N ข้อมูลลม 6 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	48
5.6 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $102^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 7 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	49
5.7 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $103^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 8 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	50
5.8 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $102^{\circ}$ E ละติจูด $10^{\circ}$ N ข้อมูลลม 9 พฤษภาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	51
5.9 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $103^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 5 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	52
5.10 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $102^{\circ}$ E ละติจูด $10^{\circ}$ N ข้อมูลลม 6 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	53
5.11 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $102^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 7 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	54
5.12 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $103^{\circ}$ E ละติจูด $8^{\circ}$ N ข้อมูลลม 8 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	55
5.13 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $101^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 10 มิถุนายน 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	56
5.14 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนที่ตำแหน่ง ลองจิจูด $103^{\circ}$ E ละติจูด $9^{\circ}$ N ข้อมูลลม 5 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	57



รูป	หน้า
5.29 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจุด 103° E ละติจูด 8° N ข้อมูลลม 12 กรกฎาคม 2543 เวลา 00.00 น.(GMT)	74
5.30 ผลการทดสอบแบบจำลองกระแสน้ำด้วยข้อมูลที่ไม่ได้ใช้ในการฝึกสอน ณ ลองจุด 103° E ละติจูด 9° N ข้อมูลลม 12 กรกฎาคม 2543 เวลา 12.00 น.(GMT)	75
5.31 ผลการทดสอบเปรียบเทียบแบบจำลองกระแสน้ำให้ทำนายตำแหน่งนักบินที่ 1	78
5.32 วิธีการเฝ้าติดตามบันทึกข้อมูลตำแหน่งวัตถุลอยน้ำโดยใช้เรดาร์พื้นน้ำ	79
5.33 ผลเปรียบเทียบการใช้แบบจำลองกระแสน้ำทำนายการเคลื่อนที่ของวัตถุ	82
6.1 สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์เวกเตอร์แมทซ์สำหรับแบบจำลอง กระแสน้ำเชียงใหม่	85
6.2 สรุปรูปขั้นตอนการทำงานของแบบจำลองกระแสน้ำเชียงใหม่	86