

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	7
1.4 ขอบเขตการทำวิจัย	7
1.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย	7
1.6 ขั้นตอนการทำวิจัย	7
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชีนแบบถดถอย(Support Vector Regression:SVR)	9
2.2 หลักการหาระนาบเชิงเส้น	9
2.3 ฟังก์ชันเคอร์เนล(Kernel Function)	10
2.4 ฟังก์ชันการสูญเสีย (Loss Function)	11
2.5 FSVR (Fuzzy Support Vector Regression: SFVR)	12
2.6 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function)	13
2.7 k-Fold Cross-validation	14
2.8 การหาค่าความถูกต้อง	14
บทที่ 3 ขั้นตอนการสร้างกลับจุดที่หายไป	16
3.1 การปรับแนวแกนในการฝึกสอน	17
3.2 การสร้างชุดฝึกสอน	19
3.3 การทำ k-Fold Cross-validation	20
3.4 การนำ SFVR และ SVR มาใช้	24
3.5การกำหนดค่าความเป็นสมาชิก	25

	หน้า
3.6 การวัดค่าความถูกต้อง	26
บทที่ 4 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดที่หายไปด้วยแบบจำลองมาตรฐาน	27
4.1 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดที่หายไปของแบบจำลอง Toy-Car	28
4.2 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดที่หายไปของแบบจำลอง Horse	36
4.3 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny	44
4.4 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดที่หายไปของแบบจำลอง Dragon	53
บทที่ 5 การปรับปรุงการทดลองและการประยุกต์ใช้อื่นๆ	61
5.1 ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปแบบแยกส่วนสำหรับแบบจำลอง Stanford Bunny	61
5.2 ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปแบบแยกส่วนสำหรับแบบจำลอง Dragon	66
5.3 ผลการสร้างกลับจุดที่หายไปแบบแยกส่วนสำหรับแบบจำลอง Hamtaro	71
บทที่ 6 สรุปผลการทำวิจัย และข้อเสนอแนะ	75
6.1 สรุปผลการทำวิจัย	75
6.1.1 การเลือกใช้พารามิเตอร์ของ FSVR ของแต่ละแบบจำลอง	75
6.1.2 การนำระบบไปใช้งาน	77
6.2 ข้อเสนอแนะ	77
เอกสารอ้างอิง	78
ประวัติผู้เขียน	80

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
3.1 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลชุดฝึกสอน (Training Set)	20
3.2 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกลับจุดที่หายไป (Blind Test)	20
3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน (Training Set)	21
3.4 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกลับจุดที่หายไป (Blind Test)	21
3.5 ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน (Training Set)	22
3.6 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างกลับจุดที่หายไป (Blind Test)	22
3.7 ค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูล 3 จุดก่อนหน้า	25
3.8 ค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูล 5 จุดก่อนหน้า	25
3.9 ค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูล 7 จุดก่อนหน้า	26
3.10 ค่าความเป็นสมาชิกของข้อมูล 9 จุดก่อนหน้า	26
4.1 รายละเอียดแบบจำลองที่นำมาใช้ในการทดลอง	27
4.2 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood ในการใช้เคอร์เนล Linear	29
4.3 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood ในการใช้เคอร์เนล Polynomial	30
4.4 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood ในการใช้เคอร์เนล RBF	
31	
4.5 เปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดของแต่ละเคอร์เนลในการทดลองกับแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	32
4.6 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	34
4.7 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	35
4.8 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Horse ในการใช้เคอร์เนล Linear	37
4.9 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Horse ในการใช้เคอร์เนล Polynomial	38
4.10 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Horse ในการใช้เคอร์เนล RBF	39
4.11 เปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดของแต่ละเคอร์เนลในการทดลองกับแบบจำลอง Horse	40

	หน้า
4.12 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Horse	42
4.13 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Horse	43
4.14 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ในการใช้เคอร์เนล Linear	45
4.15 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ในการใช้เคอร์เนล Polynomial	46
4.16 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ในการใช้เคอร์เนล RBF	47
4.17 เปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดของแต่ละเคอร์เนลในการทดลองกับแบบจำลอง Stanford Bunny	48
4.18 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Stanford Bunny	50
4.19 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny	52
4.20 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Dragon ในการใช้เคอร์เนล Linear	54
4.21 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Dragon ในการใช้เคอร์เนล Polynomial	55
4.22 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Dragon ในการใช้เคอร์เนล RBF	56
4.23 เปรียบเทียบผลที่ดีที่สุดของแต่ละเคอร์เนลในการทดลองกับแบบจำลอง Dragon	57
4.24 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Dragon	58
4.25 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon	60
5.1 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหัวในการใช้เคอร์เนล RBF	62
5.2 แสดงผลการทดลองที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหลังในการใช้เคอร์เนล RBF	62
5.3 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Stanford Bunny แบบแยกส่วน	64
5.4 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny แบบแยกส่วน	65
5.5 รายละเอียดการสร้างชุดฝึกสอนของแบบจำลอง Dragon ที่ให้ผลดีที่สุด	67
5.6 ผลการทดลองการสร้างกลับจุดของแบบจำลอง Dragon โดยใช้ FSVR	68
5.7 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน	69
5.8 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็นการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน	71
5.9 ผลที่ดีที่สุดของแบบจำลอง Hamtaro	72
5.10 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Hamtaro	73
5.11 ผลการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ของแบบจำลอง Hamtaro	74

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของเครื่องสแกนเลเซอร์ 3 มิติ	2
1.2 ลักษณะแสงเลเซอร์ที่ฉายไปกระทบพื้นผิวของวัตถุ	2
1.3 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการสแกนทีละ 180	3
2.1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้นในปริภูมิอินพุต และการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นในปริภูมิลักษณะเด่น	10
2.2 การหาระนาบเกินที่เหมาะสมที่สุดสำหรับใช้แทนกลุ่มข้อมูล และการกำหนดแนวของระนาบเกินด้วยฟังก์ชัน $\square$ -insensitive	11
3.1 แบบจำลองและรายละเอียดที่ใช้ในการทดลอง	16
3.2 การปรับแนวแกนในการฝึกสอน	17
3.3 ลักษณะการสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จักแนวโน้มของจุดบนวัตถุ	19
3.4 ลักษณะปัญหาของข้อมูลชุดฝึกสอนมากกว่าข้อมูลชุดทดสอบ	20
3.5 วิธีการแก้ปัญหาข้อมูลชุดฝึกสอนน้อยเกินไป	23
3.6 ลักษณะปัญหาของข้อมูลชุดฝึกสอนที่มีระยะติดกันเกินไป	23
3.7 วิธีแก้ปัญหของข้อมูลชุดฝึกสอนที่มีระยะติดกันเกินไป	24
4.1 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	28
4.2 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	33
4.3 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Toy-Car Engine Hood	35
4.4 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Horse	36
4.5 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Horse	41
4.6 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Horse	43
4.7 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny	44
4.8 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Stanford Bunny	49
4.9 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny	52
4.10 แบบจำลอง Dragon	53
4.11 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon	59

	หน้า
5.1 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหัว	61
5.2 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Stanford Bunny ส่วนหลัง	62
5.3 เปรียบเทียบผลการทดลองกับ Ground truth ของแบบจำลอง Stanford Bunny แบบแยกส่วน	63
5.4 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Stanford Bunny	64
5.5 การแยกแบบจำลอง Dragon ออกเป็น 7 ส่วน	66
5.6 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน	69
5.7 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Dragon แบบแยกส่วน	70
5.8 แสดงส่วนที่หายไปของแบบจำลอง Hamtaro	71
5.9 ผลการขึ้นรูปด้วยคอมพิวเตอร์ของแบบจำลอง Hamtaro	72
5.10 ผลการขึ้นพื้นผิวของแบบจำลอง Hamtaro	74