

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
รายการตาราง	ฉ
รายการรูปประกอบ	ฎ
รายการสัญลักษณ์	ฏ

บทที่

1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
งานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	5
ขอบเขตของงานวิจัย	5
วิธีการดำเนินงานวิจัย	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ปัญหาในงานวิจัยและมุมมอง	6
1.8 แนวคิด	6
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควัน	8
2.2 ระดับคุณภาพของแผ่นยางรมควัน	9
2. 3 กำหนดนิยามแผ่นยางรมควันที่ส่งผลต่อคุณภาพ	11
2. 4 การประมวลผลภาพเบื้องต้น	12
2.4.1 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับเทา	12
2.4.2 ภาพขาวดำ	13
2.4.3 ฮิสโตแกรมที่ปรับค่าได้	13
2.4.4 การหาขอบภาพ	14

2.	5	มิติแฟร็กทัล	16
	2.5.1	แฟร็กทัล	16
	2.5.2	มิติบ็อกซ์เคาน์ติ้ง	18
	2.5.3	วิธีอนุพันธ์บ็อกซ์เคาน์ติ้ง	19
2.	6	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	21
	2.6.1	นิยามค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	21
	2.6.2	การประมาณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร	21
2.	7	ตัวกรองกาบอร์	22
2.	8	โครงข่ายประสาทเทียม	22
	2.8.1	ฟังก์ชันกระตุ้น	24
	2.8.2	โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น	27
2.	8.3	สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม	27
	2.8.4	อัลกอริทึมแบบแพร่กระจายกลับ	28
3.		การตรวจวัดคุณภาพยางแผ่นรมควัน	30
	3.1	โครงสร้างระบบที่นำเสนอ	30
	3.2	การตรวจหาฟองอากาศด้วยมิติแฟร็กทัล	30
	3.2.1	การแปลงภาพเป็นระดับสีแดง	32
	3.2.2	การหาขอบภาพ	32
	3.2.3	การแบ่งภาพเป็นส่วนย่อย	33
	3.2.4	การคำนวณหาค่ามิติแฟร็กทัล	33
	3.2.5	การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	35
	3.3	การตรวจหารอยจุดแถมด้วยตัวกรองกาบอร์	36
	3.3.1	การแปลงภาพเป็นระดับสีเทา	38
	3.3.2	ตัวกรองกาบอร์	38
	3.3.3	ภาพขาวดำ	40
	3.4	การตรวจหาราขาว	41
	3.4.1	การแปลงภาพในแต่ละระดับสี	41
	3.4.2	การวิเคราะห์ฮิสโตแกรม	43
	3.4.3	การหาค่าขีดเริ่มของคุณลักษณะของสี	44
	3.4.3	การพิจารณาจำนวนพิกเซลของราขาว	45
	3.5	การคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันด้วยโครงข่ายประสาทเทียม	45

4. ผลการทดลองและการวิจารณ์	48
4.1 การเก็บภาพ	49
4.1.1 โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์	49
4.1.2 โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์	50
4.2 การตรวจหาฟองอากาศ	50
4.2.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณหาฟองอากาศที่สัญญาณรบกวนระดับต่างๆ	51
4. 2.2 การทดลองคำนวณหาฟองอากาศด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของมิติแฟร็กทัล	53
4. 2.3 การเปรียบเทียบผลการคำนวณหาฟองอากาศที่พื้นผิวต่างๆ	54
4.3 การตรวจหารอยจุดเต็ม	56
4.3.1 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการหารอยจุดเต็มด้วยตัวกรองแต่ละชนิด	56
4.3.2 การเปรียบเทียบผลการหารอยจุดเต็มด้วยค่าขีดเริ่มอัตโนมัติแต่ละชนิด	58
4.3.3 การเปรียบเทียบผลการหารอยจุดเต็มเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสง	60
4.4 การตรวจหาราชาว	62
4.4.1 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการหาราชาวด้วยวิธีต่างๆ	62
4.5 การคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควัน	64
4.5.1 การคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันด้วยค่าระดับความเข้มสี	64
4.5.2 การคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันด้วยโครงข่ายประสาทเทียม	66
4.6 วิจารณ์ผลการทดลองการหาฟองอากาศ	71
4.6.1 การเลือกใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการหาฟองอากาศ	71
4.6.2 ผลการทดลองในการหาฟองอากาศบนแผ่นยางประเภทต่างๆ	71
4.7 วิจารณ์ผลการทดลองการหารอยจุดเต็ม	73
4.7.1 การเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมในการหาฟองอากาศ	73
4.7.2 ผลการทดลองในการหารอยจุดเต็มบนแผ่นยางประเภทต่างๆ	74
4.8 วิจารณ์ผลการทดลองของระบบโดยรวม	76
5. สรุปผลและแนวทางการพัฒนา	78
5.1 สรุปผล	78
เอกสารอ้างอิง	79

ภาคผนวก	80
ก . การใช้ระดับความเข้มสีตัดสีคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ	80
ข. การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสีคุณภาพยางแผ่นรมควัน	90
ประวัติผู้วิจัย	102

รายการตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณภาพของแผ่นยางรมควันแต่ละระดับ	10
3.1 เปรียบเทียบค่ามิติแฟร็กทัลแต่ละบริเวณของแผ่นยางที่มีฟองอากาศและแผ่นยางคุณภาพ	34
4.1 การเพิ่มสัญญาณรบกวนแบบ Speckle ของแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศ	51
4.2 การเปรียบเทียบค่าความถูกต้องในการจำแนกประเภทระหว่างแผ่นยางฟองอากาศและแผ่นยางคุณภาพ	53
4.3 รูปตัวอย่างพื้นผิวต่างๆ ที่ถูกนำมาทดสอบการลื่นไหลบนพื้นผิว	54
4.4 เปรียบเทียบผลการหารอยจุดแถมด้วยค่าขีดเริ่มอัตโนมัติแต่ละชนิด	59
4.5 เปรียบเทียบผลการหารอยจุดแถมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของแสง	61
4.6 พารามิเตอร์ที่เลือกใช้ในการตรวจหารอยจุดแถม	62
4.7 สรุปความถูกต้องของผลการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันด้วยค่าระดับความเข้มสี	65
4.8 สรุปความถูกต้องของผลการคัดแยกคุณภาพยางแผ่นรมควันด้วยค่าโครงข่ายประสาทเทียม	67
ก.1 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 1 (แผ่นที่ 1-50)	81
ก.2 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 1 (แผ่นที่ 51-100)	82
ก.3 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 2 (แผ่นที่ 101-150)	83
ก.4 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 2 (แผ่นที่ 151-200)	84
ก.5 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 3 (แผ่นที่ 201-250)	85
ก.6 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 3 (แผ่นที่ 251-300)	86
ก.7 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 4 (แผ่นที่ 301-350)	87
ก.8 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 4 (แผ่นที่ 351-400)	88
ก.9 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 5 (แผ่นที่ 401-450)	89
ก.10 การใช้ระดับความเข้มสีตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 5 (แผ่นที่ 451-500)	90
ข.1 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 1 (แผ่นที่ 1-50)	91
ข.2 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 1 (แผ่นที่ 51-100)	92
ข.3 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 2 (แผ่นที่ 101-150)	93
ข.4 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 2 (แผ่นที่ 151-200)	94
ข.5 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 3 (แผ่นที่ 201-250)	95
ข.6 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 3 (แผ่นที่ 251-300)	96
ข.7 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 4 (แผ่นที่ 301-350)	97
ข.8 การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 4 (แผ่นที่ 351-400)	98

ข.9	การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 5 (แผ่นที่ 401-450)	99
ข.10	การใช้โครงข่ายประสาทเทียมตัดสินคุณภาพยางแผ่นรมควันระดับ 5 (แผ่นที่ 451-500)	100

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แผ่นยางรมควันคุณภาพดีที่มีความสม่ำเสมอของลายตารางและแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศ	7
1.2 แสดงแนวคิดการหารอยจุดเต็มด้วยการลบรอยตารางออกจากภาพ	7
2.1 กระบวนการผลิตยางพาราแผ่นรมควัน	9
2.2 ตัวอย่างแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศ	11
2.3 ตัวอย่างแผ่นยางรมควันที่มีรอยจุดเต็ม	11
2.4 ตัวอย่างแผ่นยางรมควันที่มีราขาว	12
2.5 แสดงขอบภาพลักษณะต่างๆ ด้วยตัวเลข	14
2.6 เปรียบเทียบการหาขอบภาพที่เหมาะสมต่อการตรวจหาฟองอากาศบนแผ่นยางรมควัน	16
2.7 เกิดหิมะคือคที่ไ้จากการสร้าง 4 ชั้นแรก	17
2.8 แสดงสเกลของเส้นตรง รูปสี่เหลี่ยม และลูกบาศก์	18
2.9 การสร้างรูปสามเหลี่ยม Seirpinski	18
2.10 จำลองลูกบาศก์ขนาดเล็กปกคลุมตลอดแนวเส้นโค้ง พื้นที่ผิว และลูกบาศก์	19
2.11 การพิจารณาค่าของ Nr	20
2.12 โครงข่ายประสาทเทียม	23
2.13 แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม	23
2.14 ฟังก์ชันกระตุ้น	25
2.15 โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายอินพุตหลายเอาต์พุตในรูปย่อ	27
2.16 รูปแสดงสถาปัตยกรรมของ Feed Forward Network	27
2.17 รูปแสดงสถาปัตยกรรมของ Feed Back Network	28
2.18 รูปแบบ Back-Propagation Neural Network	28
3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ	30
3.2 เปรียบเทียบลายพื้นผิวของแผ่นยางรมควันคุณภาพและแผ่นยางที่มีฟองอากาศ	31
3.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหาฟองอากาศ	31
3.4 ภาพระดับสีแดงของแผ่นยางที่มีฟองอากาศ	32
3.5 แสดงของภาพที่หาได้ด้วยวิธี Prewitt	32
3.6 แสดงของภาพของส่วนย่อยในแต่ละส่วนที่ถูกแบ่ง	33
3.7 แผ่นยางที่มีฟองอากาศและแผ่นยางคุณภาพที่ถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยจำนวน 16 ส่วน	33

รูปที่	หน้า
3.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่ามิติแฟร็กทัลแต่ละบริเวณของกลุ่มตัวอย่างระหว่าง แผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศและแผ่นยางรมควันคุณภาพ	34
3.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศและ แผ่นยางรมควันคุณภาพ	35
3.10 ภาพขยายของรูปที่ 3.9	36
3.11 พื้นผิวของแผ่นยางรมควันที่มีรอยค่างดำ	37
3.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหารอยจุดแค้น	37
3.13 ภาพระดับสีเทาของแผ่นรมควันตัวอย่างที่มีรอยจุดแค้น	38
3.14 ภาพระดับสีเทาเมื่อผ่านตัวกรองกาบอร์ที่ทิศทางต่างๆ	39
3.15 เปรียบเทียบภาพแผ่นยางรมควันในระดับสีเทาและภาพขาวดำหลังจากสิ้นสุดกระบวนการ หารอยจุดแค้นโดยผ่านตัวกรองกาบอร์	40
3.16 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการตรวจหาราขาว	41
3.17 ภาพแผ่นยางรมควันที่มีราขาวในระดับสีแดง เขียว และน้ำเงิน	42
3.18 แสดงฮิสโตแกรมของระดับสีแดง เขียว และน้ำเงิน	43
3.19 แสดงภาพขาวดำของระดับสีแดง เขียว และน้ำเงิน	44
3.20 เปรียบเทียบภาพแผ่นยางรมควัน RGB ก่อนประมวลผลและหลังการตรวจหาราขาว	45
3.21 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียม	46
3.22 แสดงระดับชั้นของนิเวรอนที่ใช้ในการทดลอง	46
3.23 แสดงกลุ่มข้อมูลของแผ่นยางรมควันทั้ง 5 ระดับชั้น ตามระดับคุณภาพ	47
4.1 แบบจำลองของตู้ที่ใช้ถ่ายภาพ	49
4.2 แกนโครงสร้างภายในและภายนอกของตู้ที่ใช้ถ่ายภาพ	50
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความถูกต้องกับสัญญาณรบกวนจากตัวอย่างภาพ แผ่นยางที่มีฟองอากาศ	52
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของความถูกต้องกับสัญญาณรบกวนจากตัวอย่างภาพ แผ่นยางคุณภาพ	52
4.5 รูปตัวอย่างพื้นผิวต่างๆ ที่ถูกนำมาทดสอบการลบเลือนลายพื้นผิว	54
4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลต่างของพื้นผิวธรรมชาติกับพื้นผิวที่ลบรอยพื้นผิวด้วยวิธีต่างๆ	55
4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความถูกต้องในการหารอยจุดแค้นด้วยวิธีต่างๆ	57
4.8 ภาพแผ่นยางรมควันที่ผ่านตัวกรองแต่ละชนิด	58
4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความถูกต้องในการหาราขาวด้วยวิธีต่างๆ	63

รูปที่	หน้า
4.10 กลุ่มข้อมูลที่ถูกต้องระดับคุณภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียม	66
4.11 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับที่ 1 ด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	68
4.12 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับที่ 2 ด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	68
4.13 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับที่ 3 ด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	69
4.14 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับที่ 4 ด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	69
4.15 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับที่ 5 ด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	70
4.16 เปรียบเทียบผลการตัดสินคุณภาพแผ่นยางรมควันระดับคุณภาพต่างๆด้วยวิธีจัดระดับความเข้มสีและวิธีโครงข่ายประสาทเทียม	70
4.17 แสดงแผ่นยางรมควันที่มีฟองอากาศกระจายทั่วแผ่น	72
4.18 ภาพแผ่นยางรมควันที่ฟองอากาศและรอยจุดเต็ม	73
4.19 ภาพแผ่นยางรมควันที่มีรอยจุดเต็มและราขาว	74
4.20 ภาพแผ่นยางรมควันที่มีรอยจุดเต็มและแสงรบกวน	75

รายการสัญลักษณ์

d_z	=	ค่าเอาต์พุตที่ต้องการจากนิเวรอนชั้นที่ z
D	=	ค่ามิติแฟร็กทัล
E	=	ค่าเฉลี่ยของตัวแปรสุ่ม
G	=	ภาพระดับสีเทา
f	=	ทิศทาง (มุม) ของตัวกรองกาบอร์
f_{AN}	=	ฟังก์ชันกระตุ้นของนิเวรอน
F	=	เซตย่อยของมิติ D
M	=	ขนาดของภาพ
net	=	ผลรวมของผลคูณระหว่างค่าน้ำหนักกับอินพุต
N_r	=	จำนวนครั้งของการวัด
$N_\epsilon(F)$	=	จำนวนที่น้อยที่สุดของลูกบาศก์ของขนาด ϵ ที่ปกคลุมด้วย F
O_z	=	ค่าเอาต์พุตที่คำนวณได้จากนิเวรอนชั้นที่ z
s	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง
S	=	ขนาดของสเกล
w_i	=	ค่าน้ำหนักที่เข้าสู่นิเวรอลตัวที่ i
x_i	=	ค่าอินพุตตัวที่ i
X	=	ตัวแปรสุ่ม
\bar{X}	=	ค่าเฉลี่ยของตัวแปร
∂	=	อนุพันธ์ย่อยของฟังก์ชัน
θ	=	มุมในหน่วยเรเดียน
β_z	=	ค่าอินพุตตัวที่ออกจากนิเวรอนชั้นที่ z
σ	=	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
\emptyset	=	ความถี่ของระนาบคลื่น Sinisoidal
δ_x	=	ขอบเขตของเกาส์เซียนในแนวแกน x
δ_y	=	ขอบเขตของเกาส์เซียนในแนวแกน y
$\nabla f(x, y)$	=	เกรเดียนของฟังก์ชัน