

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและปัญหา	1
1.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา	2
1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	3
1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	7
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	8
1.6 ขอบเขตงานวิจัย	8
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย	8
1.8 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	8
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 ไอเคนเฟซ	10
2.2 พีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางของเกรเดียนต์	12
2.3 MSER	20
2.4 คอนโวลูชันและสหสัมพันธ์	23
2.5 GBVS	27
บทที่ 3 แนวคิดการแก้ไขปัญหาและขั้นตอนการพัฒนา	33
3.1 การดึงภาพตัวอย่าง	35
3.2 การระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	36
3.2.1 การสกัดพื้นที่ตัวเลือก	36
3.2.2 การสกัดหาคุณลักษณะเด่นของพื้นที่ตัวเลือก	37
3.2.3 การจำแนกพื้นที่ตัวเลือก	37
3.2.4 การเลือกพื้นที่ป้ายทะเบียน	38

3.3	การระบุตำแหน่งหน้ากระจกรถยนต์	39
3.3.1	การทำ ROI ของวิธีการระบุหน้ากระจกโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน	39
3.3.2	การทำ ROI ของวิธีการระบุหน้ากระจกโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG	41
3.3.3	การปรับขอบซ้ายและขวา ROI ให้เหมาะสม	44
3.3.4	การปรับขอบบนและล่าง ROI ให้เหมาะสม	49
3.3.5	การพิสูจน์ยืนยันพื้นที่สนใจ	52
3.4	การสกัดคุณลักษณะเด่นหน้ากระจกรถยนต์สำหรับรู้จำ	52
3.5	การจำแนกหน้ากระจกรถยนต์	53
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง		55
4.1	การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนบนพื้นฐาน MSER	55
4.1.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	55
4.1.2	ผลการทดลอง	58
4.2	การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยวิธีอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์	60
4.2.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	60
4.2.2	ผลการทดลอง	62
4.3	การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยใช้การหาความเด่นเชิงการมองและ PHOG	63
4.3.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	63
4.3.2	ผลการทดลอง	65
4.4	การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำด้วยไอเคนเฟซและ PHOG	66
4.4.1	การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิต	66
4.4.1.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	66
4.4.1.2	ผลการทดลอง	71
4.4.2	การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำรุ่นของรถยนต์	73
4.4.2.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	73
4.4.2.2	ผลการทดลอง	73

4.5	การทดสอบประสิทธิภาพในการค้นคืนรูปภาพรถยนต์ของระบบการสืบค้นข้อมูล รถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวิทัศน์	76
4.5.1	การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง	76
4.5.2	ผลการทดลอง	80
4.6	สรุปผลการทดลอง	102
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	104
5.1	สรุปผลการวิจัย	104
5.2	ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	107
เอกสารอ้างอิง		115
ประวัติผู้เขียน		118

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	59
ตารางที่ 4.2 รุ่นรถยนต์สำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยอ้างอิงป้ายทะเบียน	62
ตารางที่ 4.3 อัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์ของหน้ากระจกที่ได้จากการกำหนดโดยมนุษย์และจากการอ้างอิงจากป้ายทะเบียน	64
ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG	68
ตารางที่ 4.5 อัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้โดยมนุษย์กำหนดและจากการอ้างอิงจากป้ายทะเบียนและจากการใช้ความเด่นเชิงการมอง	68
ตารางที่ 4.6 ตราสัญลักษณ์รถยนต์ที่นำมาใช้ในการทดลอง	69
ตารางที่ 4.7 อัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์รถยนต์จากการสกัดคุณลักษณะวิธีต่างๆโดยใช้ 5 รูปภาพตราสัญลักษณ์ของแต่ละรุ่นในการฝึกสอน	70
ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การทำนายตราสัญลักษณ์รถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่สกัดจากไอเคนเฟซและ PHOG (5 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกสอนในแต่ละคลาส)	71
ตารางที่ 4.9 รุ่นรถยนต์ที่นำมาทดลอง	72
ตารางที่ 4.10 อัตราการรู้จำหน้ากระจกรถยนต์จากการสกัดคุณลักษณะวิธีต่างๆ	74
ตารางที่ 4.11 ผลลัพธ์การทำนายรุ่นรถยนต์โดยไอเคนเฟซและ PHOG (6 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกสอนในแต่ละคลาส)	75
ตารางที่ 4.12 รุ่นของรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำ	75
ตารางที่ 4.13 รุ่นรถยนต์และจำนวนข้อมูลทดสอบที่ต้องการสืบค้น	77
ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนรถยนต์แต่ละรุ่นในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	83
ตารางที่ 4.15 จำนวนข้อมูลที่ระบบสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง	84
ตารางที่ 4.16 ประสิทธิภาพรวมของระบบสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์	85
ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล	86

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างไอเคนเฟซ	12
ภาพที่ 2.2 รูปอินพุต	14
ภาพที่ 2.3 ช่วงมุมเกรเดียนต์ ซึ่งกำหนดทิศคือ 8	14
ภาพที่ 2.4 ค่าระดับสีเทาของรูปภาพอินพุต	15
ภาพที่ 2.5 ผลลัพธ์ของการหาขอบและติดป้ายหมายเลข	15
ภาพที่ 2.6 ค่าเกรเดียนต์	16
ภาพที่ 2.7 มุมหรือทิศของเกรเดียนต์	16
ภาพที่ 2.8 ช่วงทิศที่สัมพันธ์กับขอบภาพและมุมเกรเดียนต์	17
ภาพที่ 2.9 ค่าแมกนิจูดเกรเดียนต์ที่สัมพันธ์กับขอบภาพ	17
ภาพที่ 2.10 ผลรวมแมกนิจูดเกรเดียนต์ของแต่ละทิศเกรเดียนต์	18
ภาพที่ 2.11 ผลรวมแมกนิจูดเกรเดียนต์ของแต่ละทิศเกรเดียนต์ซึ่งถูกนอร์มัลไลซ์	18
ภาพที่ 2.12 ฮิสโทแกรมของภาพอินพุต	18
ภาพที่ 2.13 จำนวนพื้นที่ย่อยที่ได้จากการแบ่งของแต่ละระดับชั้น	19
ภาพที่ 2.14 คุณลักษณะที่ได้ของพื้นที่ย่อยในแต่ละระดับชั้น	19
ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างการทำ PHOG โดยแบ่งระดับชั้น $L = 2$	20
ภาพที่ 2.16 รูปในการหาความเปลี่ยนแปลงค่าขีดแบ่งความเข้มสี	21
ภาพที่ 2.17 รูปที่ได้หลังจากเปลี่ยนแปลงค่าขีดแบ่งของความเข้มสี	22
ภาพที่ 2.18 นิยามและคำจำกัดความของ MSER	22
ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างฟังก์ชัน	25
ภาพที่ 2.20 การหาค่าสหสัมพันธ์โดยการเลื่อนฟังก์ชันที่สองไปยังตำแหน่ง n	25
ภาพที่ 2.21 ค่าสหสัมพันธ์ในแต่ละตำแหน่งการเลื่อนของฟังก์ชันที่สอง	26
ภาพที่ 2.22 แผนภาพในการสร้างแผนที่คุณลักษณะ	28
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างที่ไม่สามารถหาหน้ากระຈังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน	33
ภาพที่ 3.2 ภาพรวมระบบ	35
ภาพที่ 3.3 รายละเอียดขั้นตอนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	36

ภาพที่ 3.4	ตัวอย่างการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	38
ภาพที่ 3.5	ขั้นตอนการระบุตำแหน่งหน้ากระจก	40
ภาพที่ 3.6	ตัวอย่าง ROI โดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน	40
ภาพที่ 3.7	ตัวอย่างขั้นตอนการทำ ROI โดยใช้ความเด่นเชิงการมอง	41
ภาพที่ 3.8	ตัวอย่างขั้นตอนการหาขอบซ้ายและขวาของ ROI	43
ภาพที่ 3.9	ตัวอย่างการแบ่งพื้นที่ที่หน้ากระจกออกเป็นส่วนย่อยๆ	45
ภาพที่ 3.10	ตัวอย่างการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อยและแสดงตำแหน่งที่มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้	45
ภาพที่ 3.11	ขอบเขตในการพิจารณาขอบซ้าย-ขวาของหน้ากระจก	46
ภาพที่ 3.12	ตำแหน่งขอบหน้ากระจกซ้าย-ขวา	46
ภาพที่ 3.13	หน้ากระจกหลังจากปรับขอบซ้าย-ขวา	46
ภาพที่ 3.14	ตัวอย่างการปรับขอบซ้ายขวาเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ	48
ภาพที่ 3.15	ตำแหน่งจุดอ้างอิงของรถยนต์แต่ละรุ่น	51
ภาพที่ 4.1	ตัวอย่างสำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	57
ภาพที่ 4.2	ตัวอย่างที่ไม่มีป้ายทะเบียนหรือถ่ายจากด้านข้าง	58
ภาพที่ 4.3	ตัวอย่างรูปสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน	61
ภาพที่ 4.4	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราความรู้จำรุ่นของรถยนต์ระหว่างการระบุตำแหน่งหน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติกับแบบอัตโนมัติ(ป้ายทะเบียน)	63
ภาพที่ 4.5	พื้นที่ที่หน้ากระจกและไม่ใช่หน้ากระจกที่ได้จากการใช้ความเด่น	65
ภาพที่ 4.6	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราความรู้จำรุ่นของรถยนต์ระหว่างการระบุหน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติกับแบบอัตโนมัติ (ป้ายทะเบียน)และแบบอัตโนมัติ (ความเด่นเชิงการมอง)	67
ภาพที่ 4.7	ตราสัญลักษณ์รถยนต์	69
ภาพที่ 4.8	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราความรู้จำตราสัญลักษณ์รถยนต์ของคุณลักษณะต่างๆ	70
ภาพที่ 4.9	ตัวอย่างหน้ากระจกสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำ	72
ภาพที่ 4.10	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราความรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกรถยนต์ของคุณลักษณะต่างๆ	74
ภาพที่ 4.11	ตัวอย่างข้อมูลทดสอบในการทดสอบการสืบค้นรุ่นรถยนต์	78

ภาพที่ 4.12	กราฟ ROC ของอัลกอริทึมการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์	80
ภาพที่ 4.13	ตัวอย่างภาพฝึกสอน ภาพหน้ากระจกที่ระบบระบุได้ซึ่งจำแนกถูกและผิด	81
ภาพที่ 4.14	ภาพหน้ากระจกที่มีพื้นหลังติดอยู่ในภาพ	82
ภาพที่ 5.1	ตัวอย่างรุ่นรถยนต์ที่มีลักษณะคล้ายกัน	107
ภาพที่ 5.2	ภาพหน้ากระจกอินพุต	108
ภาพที่ 5.3	ภาพขอบของหน้ากระจกอินพุต	109
ภาพที่ 5.4	ตัวอย่างการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อยและแสดงตำแหน่งที่มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้	109
ภาพที่ 5.5	ขอบเขตในการพิจารณาขอบซ้าย-ขวาของหน้ากระจกและตำแหน่งขอบซ้ายและขวาของหน้ากระจก	109
ภาพที่ 5.6	หน้ากระจกที่ถูกปรับขอบซ้ายและขวาแล้ว	110
ภาพที่ 5.7	ปรับแกนสมมาตรให้อยู่กึ่งกลางภาพ	110
ภาพที่ 5.8	ตัวอย่างการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อยและแสดงตำแหน่งที่มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้โดยค่าขีดแบ่งที่กำหนดมากกว่าในภาพที่ 5.3	110
ภาพที่ 5.9	ขอบเขตในการพิจารณาขอบซ้าย-ขวาของหน้ากระจกและตำแหน่งขอบซ้ายและขวาของหน้ากระจก	111
ภาพที่ 5.10	หน้ากระจกที่ถูกปรับขอบซ้ายและขวาแล้ว	111
ภาพที่ 5.11	ปรับแกนสมมาตรให้อยู่กึ่งกลางภาพ	111
ภาพที่ 5.12	ตำแหน่งหน้ากระจกรถยนต์ Mitsubishi Lancer Ex ที่ระบุได้ตำแหน่งที่ 1	112
ภาพที่ 5.13	ตำแหน่งหน้ากระจกรถยนต์ Mitsubishi Lancer Ex ที่ระบุได้ตำแหน่งที่ 2	112
ภาพที่ 5.14	ตัวอย่างหน้ากระจกที่นำไปทดสอบระบบสืบค้นรุ่นรถยนต์	113
ภาพที่ 5.15	ตัวอย่างภาพที่ระบบระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนผิด	114