บทที่ 3
แนวคิดในการแก้ไขปัญหาและขั้นตอนการพัฒนา

จากปัญหาข้างต้นเมื่อพิจารณาปัญหาในการตรียมข้อมูลเพื่อฝึกสอนให้กับคอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะเตรียมข้อมูลฝึกสอนได้ครบไว้ล่วงหน้าเนื่องจากจำนวนรุ่นรถยนต์มีจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวทางแก้ไขโดยการนำเสนอระบบที่มีการดึงข้อมูลภาพตัวอย่างของรถยนต์จากเว็บเสิร์ชเอนจินหรือเว็บไซต์เกี่ยวกับรถยนต์ เช่น เว็บไซต์รถมือสอง เว็บไซต์บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ซึ่งข้อมูลจากเว็บเสิร์ชเอนจินจะถูกปรับปรุงตลอดเวลาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลใหม่ นำมาทำการฝึกสอนให้กับคอมพิวเตอร์ได้เรียนรู้ และเมื่อพิจารณาในการรู้จำรถยนต์ผู้ทำการวิจัยได้เลือกพื้นที่ที่น่าสนใจโดยเลือกพื้นที่หน้ากระจังรถเพื่อจะนำมาสกัดคุณลักษณะเด่น เนื่องจากหน้ากระจังรถยนต์แต่ละรุ่นมีลักษณะรูปร่างความแตกต่างกัน ในการค้นหาพื้นที่หน้ากระจังรถยนต์ผู้วิจัยได้ออกแบบ 2 วิธี คือ

1) การค้นหาพื้นที่หน้ากระจังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียนและตัวอักษรป้ายทะเบียน
2) การค้นหาพื้นที่หน้ากระจังโดยใช้ความเด่นจากการมองเห็น

ซึ่งในแบบที่สองเป็นการค้นหาพื้นที่หน้ากระจังโดยไม่อ้างอิงป้ายทะเบียนซึ่งเป็นอีกหนึ่งวิธีทางเลือกในการค้นหาพื้นที่หน้ากระจังสำหรับรถยนต์ที่ไม่ติดแผ่นป้ายทะเบียนหรือติดป้ายในที่ที่ไม่เหมาะสม เช่น ปกติแล้วป้ายทะเบียนจะถูกติดไว้ที่ตรงกลางของกันชนรถยนต์แต่บางครั้งเจ้าของรถยนต์นำไปติดที่อื่นที่ไม่ใช่ตรงกลางของกันชน เช่น ติดที่ตำแหน่งขวาของกันชน หรือใช้กับรูปภาพหรือข้อมูลที่ได้รับจากแอพพลิเคชั่นที่มีความเป็นส่วนตัว เช่น สทรีทวิวของกูเกิล (Street view of Google) ซึ่งรูปภาพรถยนต์ที่ได้จะถูกเซนเซอร์ป้ายทะเบียนของรถยนต์ทำให้ไม่สามารถตำแหน่งป้ายทะเบียนได้ ดังตัวอย่างในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างที่ไม่สามารถหาหน้ากระจังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

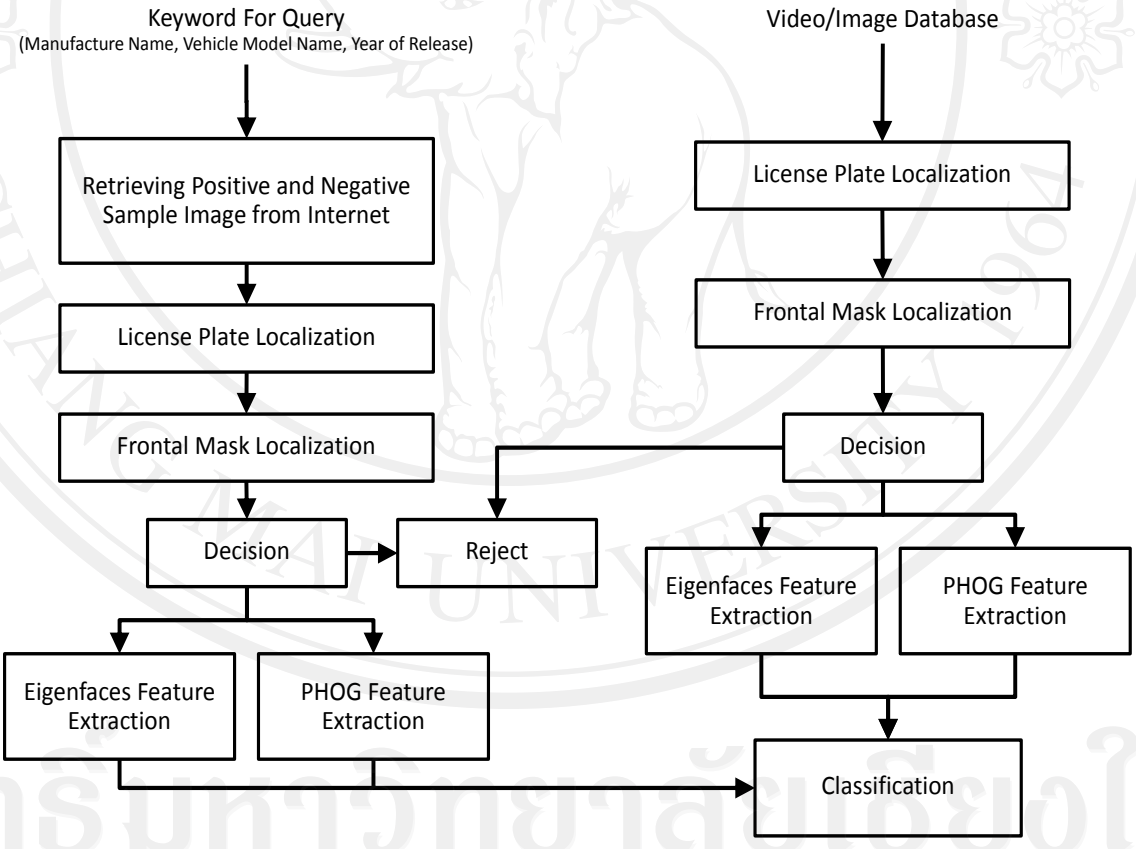
ในส่วนของการรู้จำ จากแนวคิดที่ว่าหน้ากระจังรถยนต์เปรียบเสมือนหน้าของคน ประกอบกับการวิจัยของ [6] ซึ่งทำการวิจัยการรู้จำใบหน้าคนและมีผลความแม่นยำในการรู้จำสูงทำให้ไอเกนเฟซถูกนำมาใช้ในการวิจัยนี้ นอกจากนี้ PHOG ยังเป็นการสกัดคุณลักษณะเด่นอีกวิธีหนึ่งซึ่งถูกนำมาใช้ในระบบรู้จำในการวิจัยนี้ด้วย เนื่องจากการสกัดคุณลักษณะเด่นวิธีนี้ถูกนิยมนำไปประยุกต์ใช้ในการรู้จำเกี่ยวกับรูปร่างของวัตถุ [5], [7] และให้ความแม่นยำในการรู้จำวัตถุสูง ดังนั้นการสกัดคุณลักษณะ PHOG จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในระบบรู้จำนี้

ในการทำงานของระบบค้นหาข้อมูลรุ่นรถยนต์โดยใช้ไอเกนเฟซและ PHOG ระบบจะทำการดึงข้อมูลภาพรถยนต์ที่ถูกถ่ายจากด้านหน้าตรงซึ่งผู้ใช้ต้องการค้นหารุ่นรถยนต์นั้น รวมถึงข้อมูลภาพรถยนต์ที่ไม่ต้องการค้นหาจากอินเตอร์เน็ต ข้อมูลภาพทั้งหมดที่ถูกดึงมาจากอินเตอร์เน็ตจะเป็นข้อมูลเพื่อฝึกสอนให้กับระบบ ระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์จะทำการระบุตำแหน่งพื้นที่ที่เป็นป้ายทะเบียน ถ้าข้อมูลรูปภาพนั้นสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้ พื้นที่หน้ากระจังรถยนต์จะถูกค้นหาโดยวิธีการระบุตำแหน่งพื้นที่หน้ากระจังโดยอ้างอิงจากตัวอักษรและป้ายทะเบียน แต่ถ้าระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์ไม่สามารถหาพื้นที่ป้ายทะเบียนได้ ดังนั้นวิธีการระบุตำแหน่งพื้นที่หน้ากระจังโดยใช้ความเด่นเชิงการมองเห็น จะถูกนำมาใช้ในการค้นหาพื้นที่หน้ากระจังแทน เมื่อได้พื้นที่หน้ากระจังขั้นตอนต่อมาคือ การสกัดคุณลักษณะเด่น การสกัดคุณลักษณะเด่นไอเกนเฟซและ PHOG จะทำการสกัดคุณลักษณะเด่นเพื่อใช้ในการสร้างโมเดลรู้จำของระบบ หลังจากสร้างโมเดลในการรู้จำของรุ่นรถยนต์นั้นแล้ว ในส่วนการใช้งานเมื่อรูปภาพหรือเฟรมวีดีโอรถยนต์ ที่ถูกส่งเข้ามาในระบบเพื่อทำการค้นหารุ่นของรถยนต์ รูปภาพนั้นจะถูกทำการระบุตำแหน่งพื้นที่ป้ายทะเบียน พื้นที่หน้ากระจัง สกัดคุณลักษณะเด่น หลังจากนั้นเครื่องมือการจำแนกจะทำการจำแนกว่ารถยนต์คันนั้นคือรุ่นเดียวกับรุ่นที่ต้องการค้นหาหรือไม่ ภาพรวมของระบบถูกแสดงในภาพที่ 3.2 รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนถูกแสดงในหัวข้อถัดไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

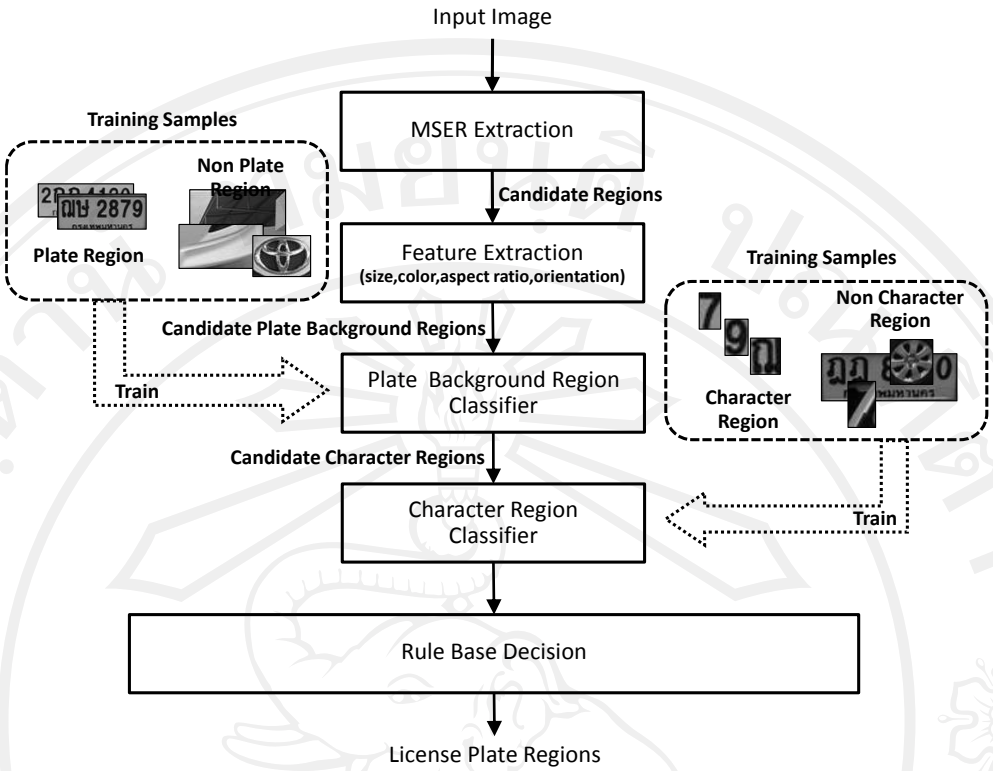
3.1 การดึงภาพตัวอย่าง (Sample Image Retrieving)

ข้อมูลภาพที่จะนำมาฝึกสอนให้กับคอมพิวเตอร์สามารถถูกดึงข้อมูลได้จากการบริการเว็บเสิร์ชเอนจินหรือเว็บไซต์เกี่ยวกับรถยนต์ ระบบจะทำการดึงข้อมูลรูปภาพฝึกสอนโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากคำที่ผู้ใช้ต้องการค้นหารุ่นของรถยนต์เช่น ผู้ใช้ต้องการค้นหารถยนต์ Honda Civic ปี 2012 ระบบจะใช้คำว่า “Honda Civic 2012 เพื่อไปดึงข้อมูลภาพมาฝึกสอน ซึ่งในงานนี้ได้นำภาพรถยนต์ 15 รูปแรกที่ได้จากการค้นหาของบริการเสิร์ชเอนจินของเว็บไซต์รถมือสอง ข้อมูลภาพฝึกสอนที่ได้จากการดึงข้อมูลของระบบนี้จะได้ข้อมูลภาพที่เป็นรุ่นเดียวกันกับรุ่นที่ผู้ใช้ต้องการค้นหา (Positive Samples) ส่วนภาพของรถยนต์รุ่นที่ผู้ใช้ไม่ต้องการค้นหา (Negative Samples) ระบบจะไปทำการค้นหาและดึงภาพมาฝึกสอนโดยกระบวนการสุ่มรุ่นรถยนต์ที่ไม่ต้องการค้นหาเพื่อนำมาเปรียบเทียบจำแนกรุ่นรถยนต์ สำหรับรูปภาพที่ถูกดึงมาไม่ได้ถ่ายจากด้านหน้า ภาพนั้นจะถูกปฏิเสธด้วยขั้นตอนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนและการระบุตำแหน่งหน้ากระจัง



ภาพที่ 3.2 ภาพรวมของระบบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.3 รายละเอียดขั้นตอนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน

3.2 การระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน (License Plate Localization)

ในการบอกตำแหน่งป้ายทะเบียนรถยนต์สามารถสรุปขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3.3

3.2.1 การสกัดพื้นที่ตัวเลือก (Candidate Region Extraction)

ในการสกัดพื้นที่ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการค้นหาพื้นที่ MSER เพื่อค้นหาพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษรเนื่องจากพื้นที่ MSER คือกลุ่มหรือพื้นที่ของพิกเซลที่มีความเข้มสีเป็นเนื้อเดียวกันประกอบกับมีงานวิจัยหลากหลายได้นำการค้นหา MSER ไปประยุกต์ในงานการค้นหาตัวอักษรเป็นจำนวนมาก [8] ทางผู้วิจัยจึงใช้วิธีการค้นหาพื้นที่ MSER ในการสกัดหาพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษรบนป้ายทะเบียน ดังภาพที่ 3.4 (ก) ได้แสดงรูปภาพอินพุตที่ถูกนำใช้ในการหาป้ายทะเบียน ส่วนภาพที่ 3.4 (ข) แสดงพื้นที่ที่ได้จากการค้นหา MSER หรือเรียกว่าพื้นที่ตัวเลือก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 การสกัดหาคุณลักษณะเด่นของพื้นที่ตัวเลือก (Feature Extraction)

หลังจากผ่านขั้นตอนการสกัดพื้นที่ตัวเลือก ผลลัพธ์ที่ได้จะได้คือพื้นที่ป้ายทะเบียน พื้นที่ตัวอักษรและพื้นที่อื่นๆจำนวนมาก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีการคัดกรองพื้นที่ที่เป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษร ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาคุณลักษณะเด่นของป้ายทะเบียนและตัวอักษร โดยใช้คุณลักษณะเด่น 5 ลักษณะเด่นเพื่อใช้ในการคัดกรองพื้นที่ป้ายและตัวอักษร คุณลักษณะเด่นที่ใช้มีดังต่อไปนี้

1) อัตราส่วนจำนวนพิกเซลสีดำที่อยู่ในพื้นที่ตัวเลือกกับจำนวนพิกเซลทั้งหมดในพื้นที่นั้น (Dark Pixel Density)
2) อัตราส่วนระหว่างความกว้างของพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษรกับความกว้างของรูปภาพตั้งต้น (Normalize Width)
3) อัตราส่วนระหว่างความสูงของพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษรกับความสูงของรูปภาพตั้งต้น (Normalize Height)
4) อัตราส่วนระหว่างความสูงกับความกว้างของพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนและตัวอักษร (Aspect Ration)
5) มุมของแกนหลัก (Major Axis) เมื่อวัดมาจากแกนแนวนอน (แกน x) ซึ่งได้จากการตีกรอบพื้นที่ของ MSER (Orientation)

3.2.3 การจำแนกพื้นที่ตัวเลือก (Candidate Region Classification)

ขั้นตอนต่อไปหลังจากทำการค้นหาคุณลักษณะเด่นของพื้นที่ตัวเลือก ไบนารีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Binary Support Vector Machine) เป็นเครื่องมือการจำแนกซึ่งถูกนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ โดยจะใช้เครื่องมือการจำแนกนี้ 2 ตัว ตัวที่ 1 ถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกพื้นที่ตัวเลือกพื้นที่ไหนคือป้ายทะเบียน พื้นที่ไหนที่ไม่ใช่ป้ายทะเบียน จากนั้นเมื่อพื้นที่ตัวเลือกไหนถูกติดเครื่องหมายว่าเป็นป้าย ไบนารีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนตัวที่ 2 จะถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกพื้นที่ตัวเลือกที่ได้จากการค้นหา MSER ในป้ายว่าพื้นที่ไหนคือตัวอักษรป้ายทะเบียน พื้นที่ไหนที่ไม่ใช่ตัวอักษร ไบนารีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนจะทำการติดป้ายเครื่องหมายเพื่อจำแนกพื้นที่ตัวเลือกนั้นว่าพื้นที่ไหนคือตัวอักษร พื้นที่ไหนไม่ใช่ตัวอักษร ดังในภาพที่ 3.4 (ค) ได้แสดงตัวอย่างพื้นที่ตัวเลือกที่ระบบทำเครื่องหมายว่าเป็นป้ายและในภาพที่ 3.4 (ง) ได้แสดงตัวอย่างพื้นที่ตัวเลือกในป้ายที่ระบบทำเครื่องหมายว่าเป็นตัวอักษรป้ายทะเบียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.4 การเลือกพื้นที่ป้ายทะเบียน (License plate region selection)

หลังจากผ่านขั้นตอนการจำแนกพื้นที่ตัวเลือกแล้ว พื้นที่ที่ถูกทำเครื่องหมายที่บอกว่าเป็นป้ายทะเบียนยังคงมีอยู่จำนวนมาก ดังนั้นเพื่อความแม่นยำในการเลือกพื้นที่ไหนคือพื้นที่ป้ายทะเบียนจึงใช้กฎในการเลือกพื้นที่เพิ่มเติมคือพื้นที่ที่ถูกทำเครื่องหมายป้ายทะเบียนนั้นจะต้องมีจำนวนตัวอักษรของป้ายทะเบียนมากที่สุดและตัวอักษรจะต้องอยู่ในช่วงค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้คือ 3-7 ตัวอักษร ถ้าพื้นที่ MSER ที่ไม่ได้ถูกทำเครื่องหมายว่าเป็นป้ายทะเบียนจะไม่ถูกนำมาประมวลผลในการเลือกป้ายทะเบียน ดังภาพที่ 3.4 (จ) ได้แสดงรูปตัวอย่างพื้นที่ที่ถูกเลือกให้เป็นป้ายทะเบียน

(ก) (ข)

(ค) (ง)

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน (ก) ภาพอินพุต (ข) พื้นที่ตัวเลือกหรือ MSER (ค) พื้นที่ที่ถูกระบุว่าเป็นป้าย (ง) พื้นที่ที่ถูกระบุว่าเป็นตัวอักษรป้ายทะเบียน (จ) พื้นที่ป้ายทะเบียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(จ)

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน (ก) ภาพอินพุต (ข) พื้นที่ตัวเลือกหรือ MSER (ค) พื้นที่ที่ถูกระบุว่าเป็นป้าย (ง) พื้นที่ที่ถูกระบุว่าเป็นตัวอักษรป้ายทะเบียน (จ) พื้นที่ป้ายทะเบียน (ต่อ)

3.3 การระบุตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์ (Front Mask Localization)

ในขั้นตอนการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์ได้แบ่งออก 2 วิธี โดยวิธีที่หนึ่งคือการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์โดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์ และวิธีที่สองคือการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์โดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG ทั้ง 2 วิธีนี้จะใช้วิธีการหา ROI ที่ต่างกัน ภาพที่ 3.5 ได้แสดงขั้นตอนการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์ซึ่งระบบจะทำการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนก่อนจากนั้นระบบได้ใช้ตำแหน่งป้ายและความสูงของตัวอักษรเพื่อทำการค้นหาหน้ากระจัง แต่ถ้าระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งหน้ากระจังได้ ระบบจะใช้ความเด่นเชิงการมองในการระบุตำแหน่งหน้ากระจังแทนการอ้างอิงจากป้ายทะเบียน

3.3.1 การหา ROI ของวิธีการระบุหน้ากระจังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน

ในการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์โดยวิธีนี้สามารถบอกตำแหน่งหน้ากระจังได้จะต้องอาศัยผลลัพธ์ของขั้นตอนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน ขอบด้านซ้ายของภาพหน้ากระจังคือคอลัมน์ที่หนึ่งของภาพ ขอบด้านขวาของภาพหน้ากระจังคือคอลัมน์สุดท้ายของภาพ ส่วนขอบด้านล่างและขอบด้านบนของหน้ากระจังถูกกำหนดตามสมการที่ 3.1 และ 3.2

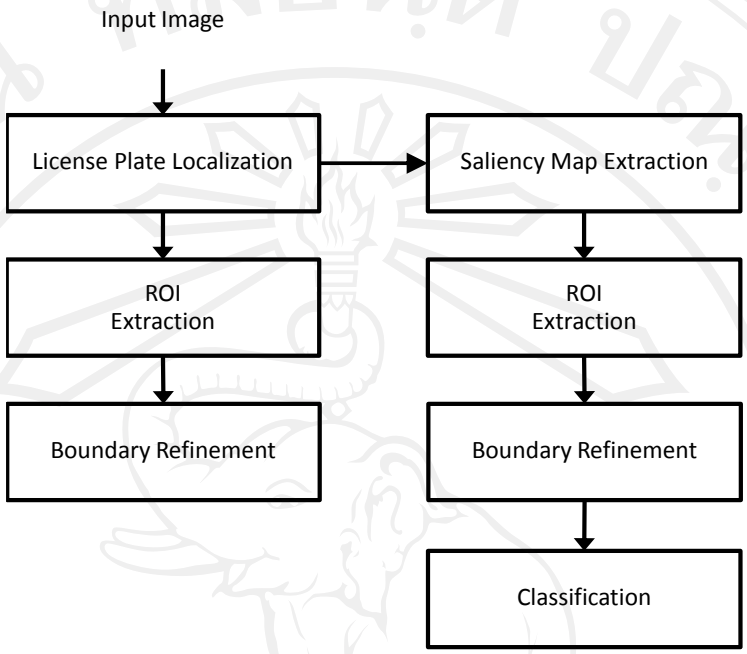
$$y_U = x_U - pH \tag{3.1}$$

$$y_L = x_U \tag{3.2}$$

โดยที่ y_U คือขอบบนของพื้นที่หน้ากระจัง y_L คือขอบล่างของพื้นที่หน้ากระจัง x_U คือขอบบนของป้ายทะเบียน H คือความสูงตัวอักษรป้ายทะเบียนและ p คือพารามิเตอร์ที่สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปรับค่าได้ ภาพที่ 3.6 แสดงพื้นที่ ROI ที่หาได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนซึ่งพื้นที่ ROI ถูกตีกรอบด้วยเส้นสีเหลือง



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการระบุตำแหน่งหน้ากระจัง

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่าง ROI โดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน

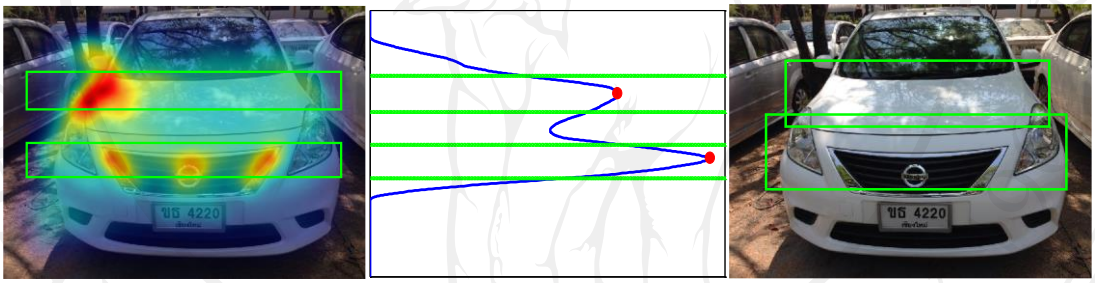
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.2 การหา ROI ของวิธีการระบุหน้ากระจังโดยใช้ความเด่นเชิงการมอง

การบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์วิธีนี้เป็นวิธีการบอกตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์อีกทางเลือกหนึ่งสำหรับข้อมูลรูปภาพรถยนต์ไม่ติดแผ่นป้ายทะเบียน ติดแผ่นป้ายทะเบียนไม่ตรงตามสมมติฐานหรือป้ายทะเบียนถูกเซนเซอร์ ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการหาแผนที่เด่นเพื่อทำการค้นหาพื้นที่ที่น่าจะเป็นหน้ากระจังหรือ ROI วิธีนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้มากมาย เช่น เกี่ยวกับการมองเห็นของหุ่นยนต์ [17], [21] Graph-Base Visual Saliency (GBVS) [22] ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานนี้ ขั้นตอนการระบุหน้ากระจังโดยใช้ความเด่นเชิงการมอง มีดังนี้

1) การสกัดแผนที่เด่น (Saliency Map Extraction)

ผู้วิจัยได้ใช้ GBVS ในการสกัดแผนที่เด่น $S(i, j)$ ซึ่งได้มาจากการสกัดรูปภาพอินพุต แผนที่เด่นที่ได้นี้จะมีขนาดเท่ากับรูปภาพอินพุต จากการสังเกตพบว่าพื้นที่บริเวณหน้ากระจังในแผนที่เด่นมีแนวโน้มที่มีค่าความเด่นที่สูงดังภาพที่ 3.7 (ก) จะสังเกตเห็นว่าบริเวณที่เป็นสีเหลืองแดงซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเด่นสูงจะอยู่บริเวณหน้ากระจัง



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างขั้นตอนการหา ROI โดยใช้ความเด่นเชิงการมอง (ก) แผนที่เด่นและพื้นที่ ROI (ข) การฉายแผนที่เด่นในแนวแกนตั้ง (ค) พื้นที่หน้ากระจังหลังจากปรับให้เหมาะสม

2) การสกัดพื้นที่ ROI (ROI Extraction)

หลังจากได้แผนที่เด่นจากการคำนวณของขั้นตอนก่อนหน้า การฉายแผนที่เด่นลงบนแกนตั้งจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อบ่งบอกหรือตีกรอบพื้นที่ที่เป็น ROI การฉายแผนที่เด่นลงบนแกนตั้งสามารถถูกคำนวณได้ในสมการที่ 3.3

$$S_V(i) = \sum_j S(i, j) \tag{3.3}$$

ตัวอย่างของการฉายของแผนที่เด่นลงบนแกนตั้งได้มีการแสดงในภาพที่ 3.7 (ข) การตีกรอบพื้นที่ ROI จะดูจากจุดสูงสุดสัมพัทธ์ (Local Maximum) K ตัวซึ่งตำแหน่งของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

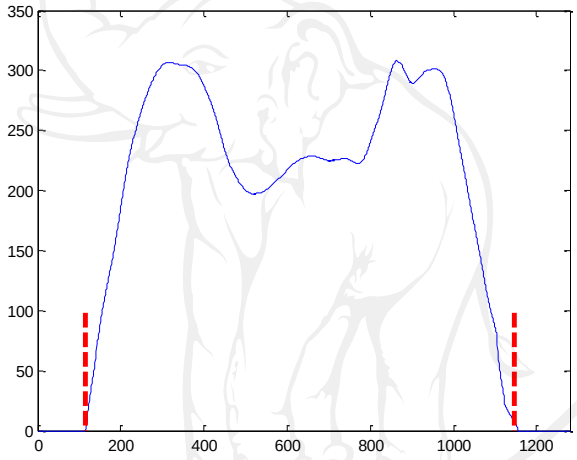
จุดสูงสุดสัมพัทธ์นี้จะถูกนำไปใช้เพื่อหาขอบบนและขอบล่างของพื้นที่ ROI โดยที่ตำแหน่งขอบด้านบนของ ROI U_k ของพื้นที่ ROI ที่ k จะถูกกำหนดโดยจุดกึ่งกลางของขอบขึ้นซึ่งได้รับจากการฉายของแผนที่เด่นก่อนที่จะถึงจุดสูงสุดสัมพัทธ์นั้นที่ซึ่ง $k = 1,2,...,K$ ส่วนขอบล่าง ROI B_k ของพื้นที่ ROI ที่ k จะถูกกำหนดโดยจุดกึ่งกลางของขอบลงซึ่งได้รับจากการฉายแผนที่เด่นในแนวแกนตั้งหลังจากจุดสูงสุดสัมพัทธ์นั้น หลังจากได้ตำแหน่งขอบบนและขอบล่างของพื้นที่ ROI แล้ว ค่าความเด่นของพื้นที่ ROI k จะถูกฉายลงบนแกนนอน โดยคำนวณได้จากสมการที่ 3.4

$$S_H^{[k]}(j) = \sum_{i=U}^{B} S(i,j) \tag{3.4}$$

ซึ่งการฉายลงบนแกนนอนนี้เพื่อที่จะหาขอบด้านซ้ายและขอบด้านขวาของ ROI ขอบด้านซ้าย ROI L_k ของพื้นที่ที่ ROI k จะถูกกำหนดโดยตำแหน่งด้านซ้ายของ $S_H^{[k]}$ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งและขอบด้านขวาของ ROI จะถูกกำหนดโดยตำแหน่งด้านขวาของ $S_H^{[k]}$ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่ง ดังในภาพที่ 3.8 (ก) คือ ROI ซึ่งได้จากตำแหน่งขอบบนและขอบล่าง ส่วน 3.8 (ข) คือการฉายแผนที่เด่นไปยังแกนนอนเพื่อค้นหาขอบซ้ายและขอบขวาซึ่งตัดสินโดยค่าขีดแบ่ง และรูปที่ 3.8 (ค) ผลลัพธ์ที่ได้จากการหา ROI จากรูปยังเห็นว่า ROI ที่ได้ยังคงไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งานเนื่องจาก ROI ที่ได้ยังคงมีพื้นหลังติดเข้ามาในพื้นที่หน้ากระจังด้วย ดังนั้นจึงจะต้องมีการปรับพื้นที่หน้ากระจังที่ได้ให้เหมาะสมซึ่งถูกอธิบายในขั้นตอนต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างขั้นตอนการหาขอบซ้ายและขวาของ ROI (ก) ROI ซึ่งได้จากตำแหน่งขอบบนและขอบล่างเท่านั้น (ข) การฉายแผนที่เด่นไปยังแกนนอน (ค) ROI ซึ่งได้จากตำแหน่งขอบบน-ล่างและขอบซ้าย-ขวา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ค)

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างขั้นตอนการหาขอบซ้ายและขวาของ ROI (ก) ROI ซึ่งได้จากตำแหน่งขอบบนและขอบล่างเท่านั้น (ข) การฉายแผนที่เด่นไปยังแกนนอน (ค) ROI ซึ่งได้จากตำแหน่งขอบบน-ล่างและขอบซ้าย-ขวา (ต่อ)

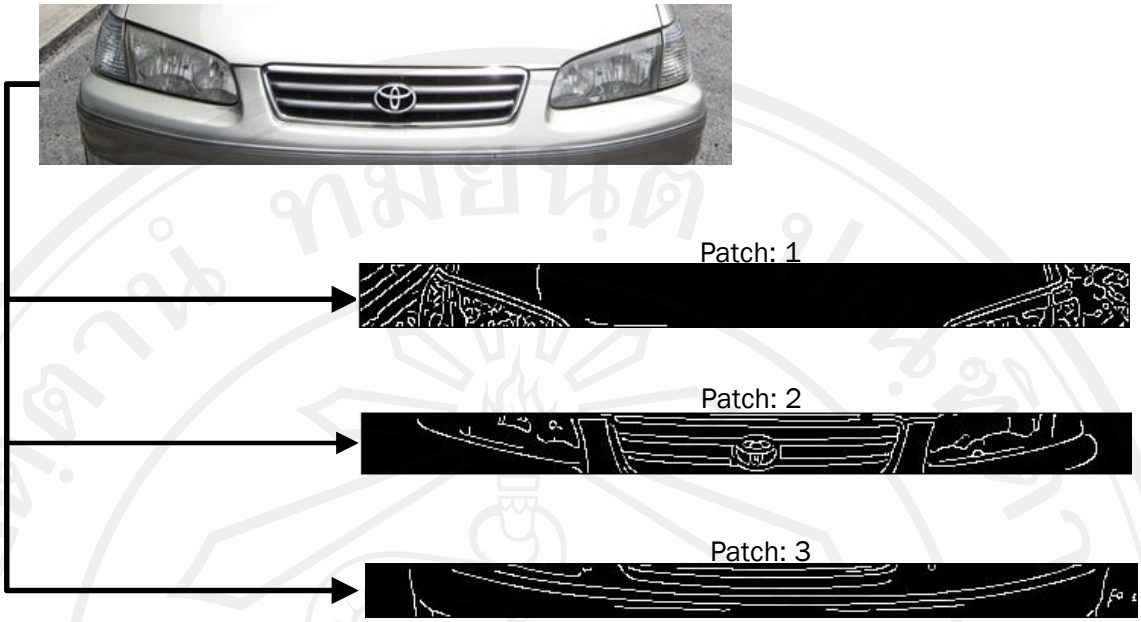
3.3.3 การปรับขอบด้านซ้ายและขวา ROI ให้เหมาะสม (Left-Right Boundary Refinement)

ในการปรับขอบซ้ายและขวาหน้ากระจังให้เหมาะสมผู้วิจัยได้ใช้วิธีการฉายภาพขอบและคุณสมบัติความสมมาตรในการปรับ เมื่อได้พื้นที่หน้ากระจังมาจากขั้นตอนก่อนหน้า ให้หาภาพขอบของพื้นที่หน้ากระจัง $E(i, j)$ จากนั้นระบบจะทำการแบ่งออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ (Patch) จำนวน L ขนาด $\frac{N}{L} \times M$ ที่ซึ่ง M คือจำนวนคอลัมน์ของพื้นที่หน้ากระจังที่นำมาปรับขอบและ N คือจำนวนแถวของพื้นที่หน้ากระจังที่นำมาปรับซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดหน้ากระจังอินพุต โดยตัวอย่างในภาพที่ 3.9 ได้แสดงภาพหน้ากระจังอินพุตและแสดงการแบ่งพื้นที่ย่อยภาพขอบของหน้ากระจังอินพุตซึ่งในตัวอย่างนี้ได้ทำการแบ่งพื้นที่ย่อยออกเป็น 3 พื้นที่

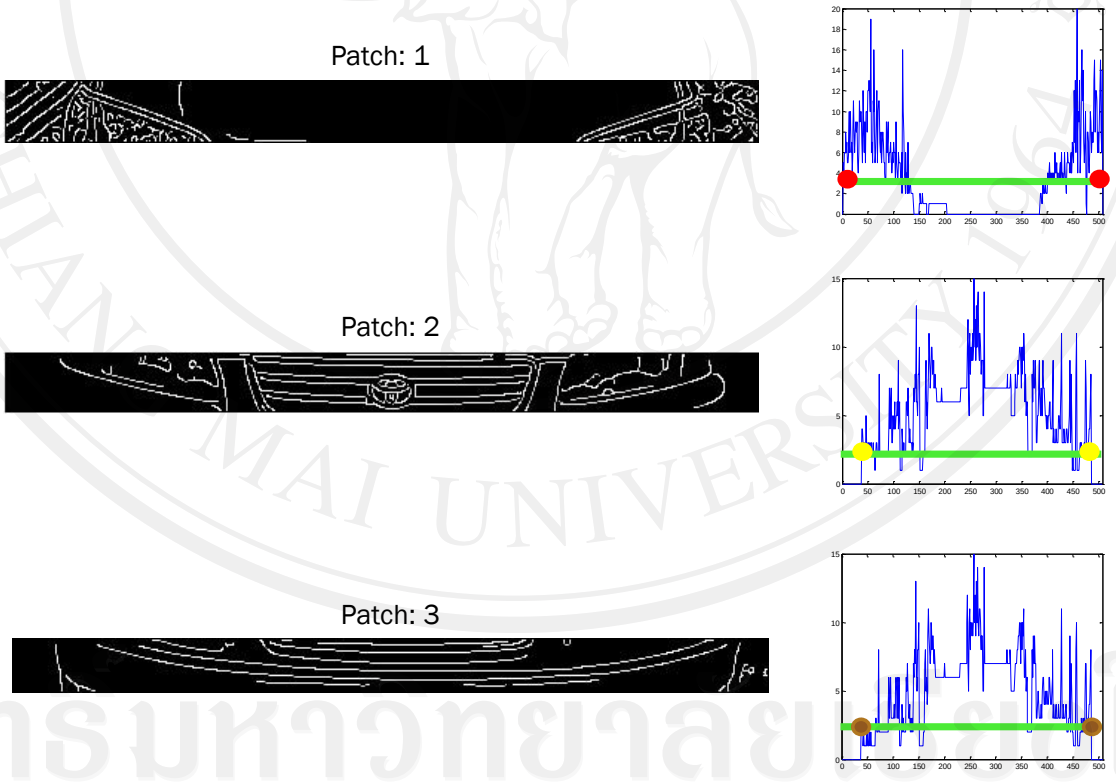
ในการปรับขอบนี้มาจากการตั้งสมมุติฐาน 4 ข้อ ดังนี้

1) ในพื้นที่หน้ากระจังรถยนต์ควรมีส่วนประกอบของขอบจำนวนมาก
2) ขอบแนวตั้งของหน้ากระจังรถยนต์ถูกคาดหวังไว้สำหรับแยกหน้ากระจังรถกับพื้นหลัง
3) บางส่วนของพื้นหลังไม่ควรมีขอบเข้ม (Strong Edge)
4) หน้ากระจังที่นำมาปรับขอบควรมีคุณสมบัติความสมมาตรในแนวตั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

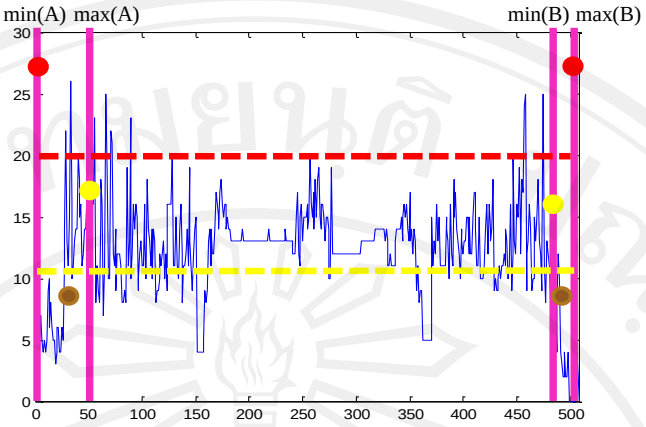


ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการแบ่งพื้นที่หน้ากระจังออกเป็นส่วนย่อย

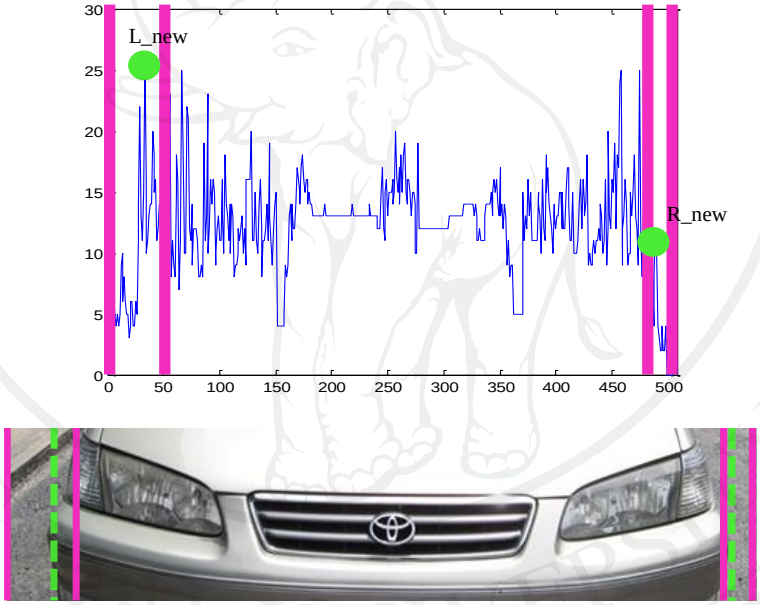


ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อยและแสดงตำแหน่งที่มีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดไว้

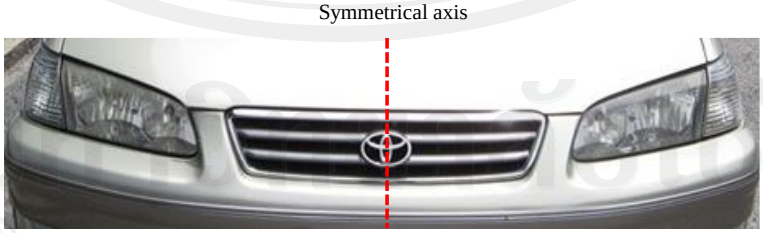
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.11 ขอบเขตในการพิจารณาขอบซ้าย-ขวาของหน้ากระจัง



ภาพที่ 3.12 ตำแหน่งขอบหน้ากระจังซ้าย-ขวา



ภาพที่ 3.13 หน้ากระจังหลังจากปรับขอบซ้าย-ขวา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลังจากได้ทำการแบ่งพื้นที่ย่อยๆ ระบบจะทำการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อย l นั้นจากนั้นระบบจะทำการค้นหาขอบซ้าย a_l และขอบขวา b_l ในแต่ละพื้นที่ย่อยที่ซึ่งค่าของ a_l และ b_l คือตำแหน่งที่มีค่าการฉายขอบภาพมากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนด ดังตัวอย่างภาพที่ 3.10 ได้แสดงการฉายภาพขอบลงบนแกนนอนในแต่ละพื้นที่ย่อย ซึ่งในตัวอย่างนี้ได้กำหนดจำนวนพื้นที่ย่อยไว้เท่ากับ 3 นอกจากนี้ยังได้แสดงตำแหน่งที่มีค่าการฉายภาพขอบมากกว่าค่าขีดแบ่งที่กำหนดในแต่ละพื้นที่ย่อยซึ่งก็คือจุดสีแดง เหลือง น้ำตาล ในภาพ กำหนดให้ $A=\{a_l\}$ และ $B=\{b_l\}$ คือเซตหรือช่วงของตำแหน่งที่มีค่าการฉายขอบมากกว่าค่าขีดแบ่งด้านซ้ายและขวาในแต่ละพื้นที่ย่อยตามลำดับดังตัวอย่างในภาพที่ 3.11 โดยที่ค่าสมาชิกของเซต A อยู่ในขอบเขตเส้นสีชมพู 2 เส้นด้านซ้ายมือภาพและค่าสมาชิกของเซต B อยู่ในขอบเขตเส้นสีชมพู 2 เส้นด้านขวามือภาพ เมื่อได้เซตช่วงตำแหน่งที่มีขอบเข้มของทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของกระจังรถ ให้ทำการหาค่าการฉายขอบที่มากที่สุดในช่วง $[\min(A)\ \max(A)]$ และ $[\min(B)\ \max(B)]$ ซึ่งตำแหน่งที่มีค่าการฉายขอบมากที่สุดคือขอบด้านซ้ายและด้านขวาของหน้ากระจังดังตัวอย่างภาพที่ 3.12 ได้แสดงการฉายภาพขอบหน้ากระจังอินพุตลงบนแกนนอนและตำแหน่งที่มีค่าที่มากที่สุดของการฉายขอบภาพในช่วง$[\min(A)\ \max(A)]$ และ $[\min(B)\ \max(B)]$ โดยตำแหน่งที่มีค่ามากที่สุดคือจุดสีเขียวในภาพซึ่งก็คือขอบซ้ายและขวาของหน้ากระจังรถ ตำแหน่งขอบซ้ายและขวาสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.6 และ 3.7

$$L_k = L_k + \underset{\min(A)\le j\le\max(A)}{\arg\max}\ E_H(j) \tag{3.6}$$

$$R_k = L_k + \underset{\min(B)\le j\le\max(B)}{\arg\max}\ E_H(j) \tag{3.7}$$

ตัวอย่างภาพที่ 3.13 คือภาพหน้ากระจังหลังจากปรับขอบซ้ายขวาเรียบร้อยแล้ว และจากการสมมุติฐานที่ว่าหน้ากระจังมีความสมมาตรในแนวตั้ง ดังนั้นแกนสมมาตรควรที่จะอยู่คอลัมน์ตรงกลางของภาพหน้ากระจัง $(L_k + R_k)/2$ ในกรณีที่แกนสมมาตรไม่ได้อยู่ตรงกลางคอลัมน์ ดังนั้นพวกเราจะทำการเลื่อนขอบซ้ายและขอบขวาเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่คอลัมน์ตรงกลางโดยที่ Δ คือค่าที่ขอบเลื่อน ซึ่งถูกคำนวณโดยใช้คอนโวลูชันตนเอง (Self-Convolution) [21] ของ E_H ซึ่งถูกกำหนดดังสมการที่ 3.8

$$\Delta = \underset{i}{\arg\max} \sum_{j=L_k}^{R_k} \tilde{E}_H(j)\tilde{E}_H(i-j) \tag{3.8}$$

ที่ซึ่ง $\tilde{E}_H$ คือฟังก์ชันนอร์มัลไลซ์ ค่าที่ขอบเลื่อนจะตอบสนองกับความล่าช้า (Lag) ที่มีค่ามากที่สุดของความสัมพันธ์ E_H กับ E_H ที่ถูกกลับด้าน-ถ้า Δ มีค่าเป็นบวก ขอบซ้ายจะถูกเลื่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

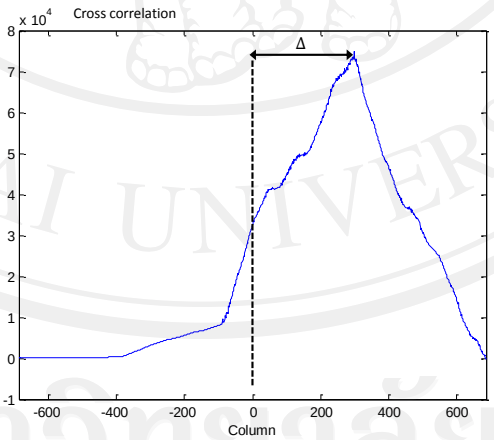
ไปที่ตำแหน่งใหม่โดยคำนวณจากสมการที่ 3.9 แต่ในทางกลับกัน ถ้า Δ มีค่าเป็นลบ ขอบขวาจะถูกเลื่อนไปอยู่ตำแหน่งใหม่โดยคำนวณจากสมการที่ 3.10

$$L_k = L_k + \Delta \tag{3.9}$$

$$R_k = R_k + \Delta \tag{3.10}$$

โดยแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3.14 (ก) คือ ROI อินพุตที่จะนำมาปรับขอบให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ จากนั้นทำการฉายภาพขอบของ ROI อินพุตไปยังแกนนอน เมื่อฉายภาพเสร็จแล้วต่อจากนั้นให้ทำการสหสัมพันธ์ไขว้ของสัญญาณที่ได้จากการฉายภาพขอบ โดยตำแหน่งที่มีค่าสูงสุดของการทำสหสัมพันธ์ไขว้คือตำแหน่งรูปหน้ากระจังทับกันพอดีซึ่งแสดงในภาพ 3.14 (ข) เมื่อสังเกตจากภาพที่ 3.14 (ข) ตำแหน่งของค่าสูงสุดที่ได้จากสหสัมพันธ์ไขว้จะอยู่ทางด้านขวาเมื่อเทียบกับตำแหน่งตรงกลางคือตำแหน่งที่ 0 ดังนั้นจุดศูนย์กลางของหน้ากระจังจะอยู่ทางด้านขวาของรูปเป็นระยะทาง Δ เมื่อวัดจากตำแหน่งศูนย์กลางของภาพกับตำแหน่งค่าสูงสุดที่ได้จากสหสัมพันธ์ไขว้ จากนั้นทำการเลื่อนขอบซ้ายไปยังขวามือโดยตำแหน่งขอบซ้ายเดิม x_L ทำการบวกกับค่าระยะทาง Δ ก็จะได้ตำแหน่งขอบซ้ายใหม่ x_{L_new} ดังแสดงในภาพ 3.14 (ค) ส่วนภาพที่ 3.14 (ง) คือผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับแกนสมมาตรให้อยู่ตรงกลาง

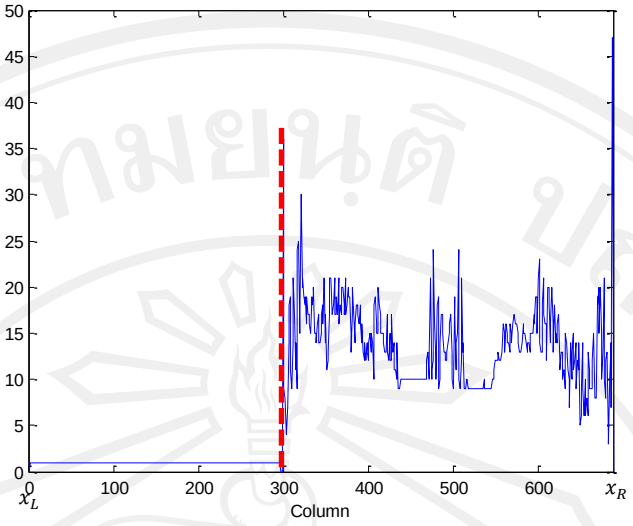
(ก)



(ข)

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการปรับขอบซ้ายขวาเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ (ก) ROI อินพุต (ข) สหสัมพันธ์ไขว้ (ค) ปรับขอบด้านซ้ายเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ (ง) ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับขอบซ้าย-ขวา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ค)

(ง)

ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการปรับขอบซ้ายขวาเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ (ก) ROI อินพุต (ข) สหสัมพันธ์ไขว้ (ค) ปรับขอบด้านซ้ายเพื่อให้แกนสมมาตรอยู่ตรงกลางภาพ (ง) ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับขอบซ้าย-ขวา (ต่อ)

3.3.4 การปรับขอบบนและล่าง ROI ให้เหมาะสม (Upper-Lower Boundary Refinement)

ในกรณีระบุตำแหน่งหน้ากระจังโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG ค่ามากที่สุดของการฉายความเด่นลงบนแกนตั้งและค่ามากที่สุดของการฉายขอบลงบนแกนตั้งจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อค้นหาจุดอ้างอิงของหน้ากระจังรถยนต์ซึ่งสามารถคำนวณตำแหน่งค่ามากที่สุดของความเด่นและตำแหน่งค่ามากที่สุดของการฉายขอบบนแกนตั้งได้จากสมการที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ

$$XS_k = \arg\max_{U_k \le i \le B_k} \sum_{j=L_k}^{R_k} S(i, j) \tag{3.11}$$

$$XE_k = \arg\max_{U_k \le i \le B_k} \sum_{j=L_k}^{R_k} E(i, j) \tag{3.12}$$

โดยที่ XS_k คือตำแหน่งค่ามากที่สุดของความเด่นของการฉายลงบนแกนตั้งในพื้นที่หน้ากระจังที่ k และ XE_k ตำแหน่งค่ามากที่สุดของการฉายขอบลงบนแกนตั้งในพื้นที่หน้ากระจัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่ k เมื่อได้ตำแหน่งค่ามากที่สุดของทั้งสองแล้ว ตำแหน่งจุดอ้างอิงของพื้นที่หน้ากระจัง k จะถูกปรับเปลี่ยนดังสมการที่ 3.13

$$X_k = (XS_k + XE_k)/2 \tag{3.13}$$

X_k ตำแหน่งจุดอ้างอิงพื้นที่หน้ากระจัง การใช้ตำแหน่งค่ามากที่สุดของการฉายความเด่นและตำแหน่งค่ามากที่สุดของการฉายของขอบเพื่อหาตำแหน่งจุดอ้างอิงของหน้ากระจังรถยนต์แต่ละรุ่นได้เนื่องจากอยู่บนสมมุติฐานที่ว่ารถยนต์รุ่นเดียวกันนั้นจะมีรูปแบบโครงสร้างเดียวกัน ดังนั้นเมื่อรถยนต์รุ่นเดียวกันถูกทำการค้นหาตำแหน่งกลางหน้ากระจังด้วยวิธีเดียวกันก็ควรที่จะได้ตำแหน่งตรงกลางเดียวกันในรถยนต์แต่ละรุ่นซึ่งได้แสดงตัวอย่างตำแหน่งจุดอ้างอิงที่คำนวณมาได้ของรถยนต์แต่ละรุ่นในภาพที่ 3.15 นอกจากนี้ก็เพื่อเพิ่มความทนทานในการหาหน้ากระจังอีกด้วย หลังจากนั้นความกว้างของขอบบนและขอบล่างจะหาได้จากความสัมพันธ์ของระยะห่างของขอบซ้ายและขอบขวาของหน้ากระจังที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.14

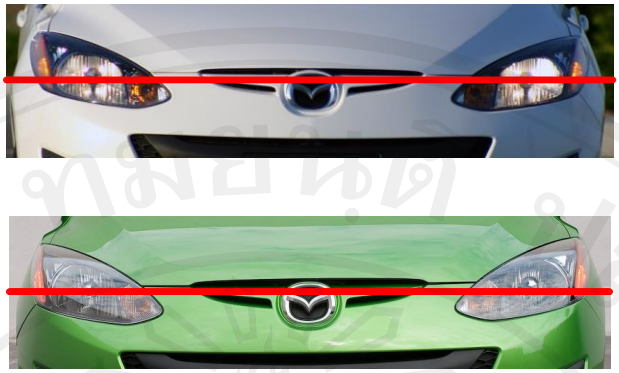
$$H_k = q \times (R_k - L_k) \tag{3.14}$$

H_k คือความกว้างของขอบบนและขอบล่างของหน้ากระจัง q พารามิเตอร์ปรับเปลี่ยนได้ ดังนั้นขอบบนและขอบล่างของหน้ากระจังสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ 3.15 และ 3.16 โดยที่ U_k คือขอบบนของหน้ากระจังที่ k และ B_k คือขอบล่างของหน้ากะจังที่ k แต่ถ้าในกรณีที่มีป้ายทะเบียน ขอบบนและขอบล่างของหน้ากระจังจะได้จากการอ้างอิงตำแหน่งของป้ายทะเบียนและขนาดตัวอักษรป้ายทะเบียนดังสมการที่ 3.1 และ 3.2

$$U_k = X_k - H_k/2 \tag{3.15}$$

$$B_k = X_k + H_k/2 \tag{3.16}$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



(ก)

(ข)

(ค)

ภาพที่ 3.15 ตำแหน่งจุดอ้างอิงของรถยนต์แต่ละรุ่น (ก) Mazda 2 (ข) Mitsubishi Lancer Ex (ค) Toyota Camry

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3.5 การพิสูจน์ยืนยันพื้นที่สนใจ (ROI Verification)

ในขั้นตอนนี้ใช้สำหรับในกรณีการหาหน้ากระจังซึ่งไม่ได้อ้างอิงจากป้ายทะเบียน ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้าคือพื้นที่ ROI จำนวน k แต่ในจำนวน k ROI นี้จะมีทั้งหน้ากระจังรถจริงๆและไม่ใช่หน้ากระจัง ดังนั้นระบบจึงจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ทราบว่าพื้นที่ ROI จำนวน k พื้นที่ไหนคือหน้ากระจังและพื้นที่ไหนที่ไม่ใช่หน้ากระจังโดยในงานวิจัยนี้ การสกัดคุณลักษณะเด่น PHOG จะถูกนำมาใช้เพื่อทำการพิสูจน์ว่าพื้นที่นี้ใช่หน้ากระจังรถยนต์หรือไม่ เครื่องมือจำแนกประเภทหลายเครื่องมือที่นิยมใช้ เช่น k-NN, Neuron Network, SVM ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจำแนกได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือจำแนก k-NN โดยกำหนด $k=1$

3.4 การสกัดคุณลักษณะเด่นหน้ากระจังรถยนต์สำหรับการรู้จำ (Feature Extraction)

เมื่อได้พื้นที่ที่เป็นหน้ากระจังรถยนต์แต่ละรุ่นแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสกัดคุณลักษณะพื้นที่หน้ากระจังเพื่อให้สามารถจำแนกรุ่นรถยนต์จากพื้นที่หน้ากระจังได้อย่างถูกต้องแม่นยำ การรวมคุณลักษณะเด่นที่ได้จากการสกัดคุณลักษณะเด่นไอเกนเฟซและ PHOG จะถูกนำมาเป็นคุณลักษณะเพื่อจำแนกรุ่นของรถยนต์โดยที่การรวมคุณลักษณะเด่นของการสกัดคุณลักษณะจากสองวิธีนี้จะต้องมีการทำนอร์มัลไลซ์เนื่องจากคุณลักษณะเด่นที่ได้จากการสกัดสองวิธีนี้มีค่าที่แตกต่างกันมาก ทำให้ส่งผลกระทบต่อการจำแนกไม่ถูกต้องและผิดเพี้ยน วิธีการสกัดคุณลักษณะไอเกนเฟซทำตามขั้นตอนดังนี้

1) นำรูปฝึกสอนที่ถูกแปลงเป็นค่าระดับสีเทาและทำการเปลี่ยนให้เป็นเวกเตอร์คุณลักษณะ
2) จากนั้นนำชุดเวกเตอร์คุณลักษณะมาหาค่าเฉลี่ย
3) นำชุดเวกเตอร์ฝึกสอนไปลบค่าเฉลี่ยออกเพื่อให้แต่ละคุณลักษณะแสดงค่าคุณลักษณะที่ไม่เหมือนใครออกมา
4) จากนั้นชุดเวกเตอร์ของรูปฝึกสอนที่ลบค่าเฉลี่ยออกแล้วไปทำการหาเมตริกซ์แปรปรวนร่วมและหาค่าไอเกนและไอเกนเวกเตอร์
5) ทำการเลือกไอเกนเวกเตอร์ที่ต้องการนำมาใช้ในการรู้จำ
6) จากนั้นนำชุดเวกเตอร์คุณลักษณะมาทำการฉายลงบนไอเกนเวกเตอร์ซึ่งแต่ละรูปฝึกสอนจะมีคุณลักษณะเท่ากับจำนวนข้อมูลฝึกสอนซึ่งจะนำไปใช้ในการรู้จำต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนรูปทดสอบจะทำการหาคุณลักษณะไอเกนเฟซจะคล้ายกับการหาคุณลักษณะของรูปฝึกสอนโดยนำเวกเตอร์รูปทดสอบ มาทำเหมือนขั้นตอน 1, 3 และ6 ดังนั้นรูปทดสอบแต่ละรูปจะมีคุณลักษณะเด่นเท่ากับคุณลักษณะเด่นของรูปฝึกสอน

วิธีการสกัดคุณลักษณะPHOG ทำตามขั้นตอนดังนี้

1) นำรูปภาพอินพุตมาทำการสกัดหาพื้นที่ที่ต้องการหาคุณลักษณะ
2) จากนั้นนำพื้นที่ที่ต้องการหาคุณลักษณะและถูกแปลงเป็นค่าสีให้เป็นระดับสีเทามาทำการคำนวณหาค่าเกรเดียนต์ในทิศทางแกนนอนและแนวตั้ง
3) จากนั้นทำการคำนวณหาแมกนิจูดของเกรเดียนต์
4) เมื่อได้ค่าเกรเดียนต์ในแนวนอนและแนวตั้งแล้วให้ทำการคำนวณหาทิศของเกรเดียนต์และทำการกำหนดช่วงของทิศเกรเดียนต์
5) นำพื้นที่ที่ต้องการหาคุณลักษณะที่ถูกแปลงเป็นค่าสีให้เป็นระดับสีเทามาทำการหาขอบภาพ
6) จากนั้นทำการสร้างฮิสโทแกรมเกรเดียนต์ในแต่ละพื้นที่โดยที่ค่าฮิสโทแกรมแต่ละแท่งคือค่าแมกนิจูดเกรเดียนต์ของขอบภาพ แท่งฮิสโทแกรมแต่ละแท่งคือช่วงของทิศที่กำหนด
7) ทำการนำฮิสโทแกรมที่ได้ในแต่ละพื้นที่มาทำการเชื่อมต่อกันซึ่งผลลัพธ์คือคุณลักษณะของ PHOG

3.5 การจำแนกหน้ากระจังรุ่นรถยนต์ (Classification)

เครื่องมือการจำแนกที่นิยมใช้โดยทั่วไปมีอยู่หลากหลาย เช่น เครื่องมือการจำแนกการk-NN, SVM, นิวรอนเน็ตเวิร์ก หลังจากที่ได้คุณลักษณะเด่นของหน้ากระจัง คุณลักษณะเด่นของหน้ากระจังจะถูกส่งต่อไปที่ขั้นตอนการจำแนกเพื่อจำแนกรุ่นของรถยนต์ ในการวิจัยนี้ระบบได้ทำการดึงข้อมูลรุ่นของรถยนต์จากเว็บเสิร์ชเอนจินที่ต้องการค้นหาและรุ่นที่ไม่ต้องการค้นหาโดยที่รุ่นที่ไม่ต้องการค้นหาจะถูกดึงโดยการสุ่ม ข้อมูลหรือรูปภาพที่ได้มาทั้งหมดจะถูกส่งเข้าระบบเพื่อทำการค้นหาพื้นที่หน้ากระจังและทำการสกัดคุณลักษณะเด่น จากนั้นเมื่อรูปภาพรถยนต์หรือเฟรมวีดีโอที่ต้องการระบุว่ารถยนต์นี้เป็นรุ่นเดียวกับที่ต้องการหาหรือไม่จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการเหมือนก่อนหน้านี้ ซึ่งก็คือกระบวนการหาพื้นที่ที่เป็นหน้ากระจังและการสกัดคุณลักษณะ เมื่อได้คุณลักษณะเด่นแล้วจะถูกส่งต่อไปยังเครื่องมือจำแนกเพื่อจำแนกว่ารถยนต์ที่ต้องการระบุรุ่นว่าเป็นรุ่นเดียวกับที่ต้องการหาหรือไม่ ในที่นี้ได้ใช้เครื่องมือการจำแนก k-NN โดยกำหนด $k=1$ การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จำแนกหน้ากระจังรถเป็นรุ่นเดียวกับที่ต้องการค้นหาหรือไม่ โดยที่อัตราส่วนระหว่างระยะห่างที่ใกล้ที่สุดของหน้ากระจังที่ต้องการจำแนกกับหน้ากระจังรุ่นที่ไม่ต้องการค้นหาที่ถูกดึงข้อมูลจากเสิร์ชเอนจินกับระยะห่างที่ใกล้ที่สุดของหน้ากระจังที่ต้องการจำแนกกับหน้ากระจังรุ่นที่ต้องการค้นหาที่ถูกดึงข้อมูลจากเสิร์ชเอนจินมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งจะถือว่าหน้ากระจังรถคันนั้นคือรุ่นเดียวกับที่ต้องการค้นหาในทางตรงกันข้ามถ้าค่าอัตราส่วนมีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่งจะถือว่าหน้ากระจังนั้นไม่ใช่รถยนต์รุ่นเดียวกับที่ต้องการค้นหา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved