บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและปัญหา

การรู้จำยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์เป็นปัญหาพื้นฐานของระบบขนส่งที่ฉลาดซึ่งการรู้จำนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น การติดตามวัตถุ (Object Tracking) การเฝ้าดูระบบจราจร (Traffic Monitoring) การค้นหาวัตถุในกล้องวงจรปิด (Object Searching in Surveillance Camera) หรือการเก็บสถิติจราจรต่างๆ (Traffic Data Collecting) ฯลฯ เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่มนุษย์

ระบบการรู้จำยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์โดยทั่วไปประกอบไปด้วย 3 กระบวนการหลักๆ คือ

1) การค้นหาพื้นที่ที่สนใจเพื่อจะนำไปสกัดคุณลักษณะเด่นเพื่อจำแนกได้อย่างแม่นยำ
2) การสกัดคุณลักษณะเด่นของพื้นที่ที่สนใจ (Feature Extraction) ซึ่งการสกัดคุณลักษณะเด่นของข้อมูลก็เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกได้รวดเร็วและง่ายขึ้น
3) การจำแนก (Classification) เป็นกระบวนการซึ่งนำคุณลักษณะเด่นที่ได้จากการสกัดมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลและจำแนกวัตถุ เครื่องมือการจำแนกที่นิยมนำมาใช้โดยทั่วไปมีหลากหลายเครื่องมือ เช่น การค้นหาเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด k ตัว (k-Nearest Neighbor)ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine) โครงข่ายประสาท (Neural Networks)

ปัญหาของระบบการรู้จำรุ่นของรถยนต์มีอยู่หลายประการเช่น การเลือกพื้นที่ที่น่าสนใจเพื่อนำไปสกัดหาคุณลักษณะเด่น พื้นที่ที่ถูกเลือกควรจะมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของรถยนต์แต่ละรุ่นเพื่อที่จะสามารถนำไปสกัดคุณลักษณะและได้คุณลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งจะทำให้ได้ระบบรู้จำที่มีประสิทธิภาพโดยมีงานวิจัยก่อนหน้านี้หลายงานเช่น บางงานใช้พื้นที่ที่เป็นท้ายรถยนต์สำหรับใช้ในงานรู้จำ [1] บางงานใช้พื้นที่หน้ากระจังรถยนต์เป็นพื้นที่สำหรับใช้ในการรู้จำ [2], [3]

อีกปัญหาระบบการรู้จำอีกประการคือระบบจะรู้ได้อย่างไรว่า ควรจะเลือกพื้นที่ไหนเป็นพื้นที่ที่จะใช้ในการรู้จำดังนั้นระบบจำเป็นต้องถูกเรียนรู้หรือถูกกำหนดเป็นโครงสร้างว่าจะสามารถระบุตำแหน่งพื้นที่ที่จะใช้ในการรู้จำได้อย่างไร มีหลากหลายงานวิจัยระบบรู้จำก่อนหน้าได้ใช้การอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อระบุตำแหน่งพื้นที่ที่ใช้ในการรู้จำซึ่งวิธีการนี้มีข้อจำกัดเช่น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าเกิดปัญหาที่ว่ารถยนต์คันนั้นไม่ติดแผ่นป้ายทะเบียน ระบบรู้จำนั้นก็จะไม่สามารถระบุตำแหน่งพื้นที่ที่ใช้ในการรู้จำได้ซึ่งส่งผลทำให้ระบบไม่สามารถรู้จำและคัดแยกรถยนต์คันนั้นได้

หลังจากสามารถระบุตำแหน่งพื้นที่ที่ใช้ในการรู้จำได้ ขั้นตอนต่อมาคือการสกัดคุณลักษณะเด่นของพื้นที่นั้นเพื่อนำไปฝึกสอนให้คอมพิวเตอร์ได้รู้จำและให้คอมพิวเตอร์สามารถคัดแยกได้ พื้นที่ที่จะไปสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จำส่วนใหญ่คือข้อมูลหรือพื้นที่ที่มีจำนวนมิติที่สูงมาก เมื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดผลเสียขึ้น เช่น หน่วยความจำในการประมวลผลไม่พอประมวลผลข้อมูลล่าช้า ดังนั้นระบบการรู้จำควรใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้ระบบประมวลผลได้เร็วและระบบสามารถคัดแยกข้อมูลได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ตัวอย่างเช่น งานวิจัย [2] ได้ทำการวิจัยระบบรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้พื้นที่หน้ากระจังรถยนต์ซึ่งหาได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนและใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นในการรู้จำคือ (Scale Invariant Feature Transform ; SIFT) ผลปรากฏว่ามีอัตราการรู้จำเพียง 54% เท่านั้น

ปัญหาสุดท้ายคือปัญหาที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งซึ่งก็คือระบบการรู้จำจะต้องมีข้อมูลที่จะสอนให้ระบบและให้ระบบเรียนรู้ก่อนซึ่งในการรู้จำรถยนต์มีหลากหลายยี่ห้อหรือรุ่นเป็นจำนวนมากซึ่งการเตรียมข้อมูลฝึกสอนได้ครบและสร้างโมเดลการรู้จำไว้ล่วงหน้าจึงเป็นไปได้ยากดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างมากสำหรับระบบรู้จำรุ่นรถยนต์

1.2 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากปัญหาข้างต้นเมื่อพิจารณาปัญหาที่ว่าไม่สามารถเตรียมโมเดลการรู้จำรุ่นรถยนต์ไว้ล่วงหน้าได้ครบทุกรุ่น ผู้วิจัยจึงมีแนวทางแก้ไขโดยนำข้อมูลซึ่งค้นคืนมาจากบริการเสิร์ชเอนจินบนอินเทอร์เน็ต หรือเว็บไซต์ที่เกี่ยวกับรถยนต์ เช่น เว็บไซต์รถมือสอง เว็บไซต์บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ซึ่งทำให้ไม่ต้องเตรียมข้อมูลเพื่อที่จะสร้างโมเดลรู้จำไว้ล่วงหน้า และเมื่อพิจารณาถึงปัญหาในการรู้จำรถยนต์ ผู้วิจัยได้เลือกพื้นที่ที่ใช้ในการรู้จำโดยเลือกพื้นที่หน้ากระจังรถซึ่งมีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดในรถยนต์แต่ละรุ่นเพื่อจะนำมาสกัดหาคุณลักษณะเด่น การสกัดคุณลักษณะเด่นไอเกนเฟซ (Eigenfaces) [4] และพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ (Pyramid Histogram of Oriented of Gradients) หรือเรียกว่า PHOG [5] ได้ถูกนำมาใช้ในการวิจัยนี้เนื่องจากเมื่อสังเกตรูปร่างของหน้ากระจังรถยนต์จะมีลักษณะคล้ายกับใบหน้าคน เช่น ไฟรถยนต์เปรียบเสมือนตาของคน ตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตรถยนต์เปรียบเสมือนจมูกคน และจากการวิจัยของ M. Tunk [6] ได้ทำการวิจัยการรู้จำใบหน้าคนโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นไอเกนเฟซ ผลของความแม่นยำในการรู้จำใบหน้าคนสูงถึง 96% วิธีการสกัดคุณลักษณะไอเกนเฟซได้ใช้หลักการของ (Principle Component

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Analysis ; PCA) เข้ามาช่วยในการลดมิติข้อมูลคุณลักษณะเด่นโดยเลือกใช้คุณลักษณะที่สำคัญมาเป็นคุณลักษณะเด่นดังนั้นทำให้การประมวลผลในระบบรู้จำเร็วขึ้น

และจากสังเกตลักษณะรูปร่างของหน้ากระจังรถยนต์แต่ละรุ่นมีลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันออกไปอย่างเห็นได้ชัดและประกอบกับการวิจัยส่วนใหญ่นำวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นพีระมิดฮีสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์มาประยุกต์ใช้ในการรู้จำรูปร่างของวัตถุ [5], [7] ซึ่งมีอัตราการรู้จำสูง ทำให้การสกัดคุณลักษณะเด่นพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ถูกนำมาใช้ในระบบการรู้จำรุ่นรถยนต์นี้ด้วย

จากปัญหาที่ว่าระบบจะรู้ได้อย่างไรว่าพื้นที่ไหนที่จะถูกนำไปใช้ในการรู้จำ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการที่จะทำให้ได้พื้นที่หน้ากระจังโดยวิธีแรกคือการระบุตำแหน่งพื้นที่หน้ากระจังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียนเนื่องจากป้ายทะเบียนจะต้องมีอยู่กับรถยนต์ทุกคันเป็นไปตามกฎหมาย ป้ายทะเบียนมีลักษณะรูปร่างเหมือนกันหมดและตามสมมติฐานป้ายทะเบียนจะอยู่ที่ตำแหน่งด้านล่างของหน้ากระจังรถยนต์ ในการระบุตำแหน่งพื้นที่หน้ากระจังโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน ผู้วิจัยได้ใช้การค้นหาพื้นที่ที่มีความเข้มเป็นเนื้อเดียวกัน (Maximally Stable Extremal Regions; MSER) เพื่อทำการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนซึ่งมีงานวิจัยหลายงานที่ได้ประยุกต์ MSER ไปใช้ในงานต่างๆเช่น การค้นหาตัวอักษรในภาพ [8] จากนั้นเมื่อระบบสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้แล้ว ตำแหน่งของป้ายทะเบียนและความสูงของตัวอักษรป้ายทะเบียนจะถูกนำมาใช้เพื่อระบุตำแหน่งหน้ากระจังรถยนต์ต่อไป หลังจากได้พื้นที่หน้ากระจังแล้ว ระบบจะทำการสกัดคุณลักษณะเพื่อจะได้สามารถรู้จำและจำแนกรุ่นของรถยนต์ได้ อย่างไรก็ตามในงานนี้ยังมีเป้าหมายที่จะพัฒนาวิธีการระบุตำแหน่งหน้ากระจังในกรณีที่ระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้ซึ่งเป็นอีกวิธีทางเลือกเนื่องจากรถยนต์บางคันไม่ได้ติดป้ายทะเบียนซึ่งถ้าใช้วิธีการแรกก็จะไม่สามารถระบุตำแหน่งหน้ากระจังได้ ในการระบุตำแหน่งหน้ากระจังวิธีนี้ได้ใช้ความเด่นเชิงการมองเข้ามาช่วยในการระบุตำแหน่ง

1.3 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

Psyllos และผู้วิจัยในกลุ่ม [2], [9] ได้เสนอวิธีการรู้จำยี่ห้อผู้ผลิตและรุ่นของรถยนต์โดยใช้หน้ากระจังรถเป็นพื้นที่ที่สนใจเพื่อสกัดคุณลักษณะเด่น กระบวนการเริ่มต้นคือการหาที่ตั้งของป้ายทะเบียนรถยนต์ (Licensed Plate Location) ซึ่งได้จากการใช้วิธีของ Anagnostopoulos [10] หลังจากนั้นได้กำหนดพื้นที่หน้ากระจังของรถยนต์โดยอ้างอิงข้อมูลที่ตั้งของป้ายทะเบียน ผู้วิจัยทำการใช้วิธีการคำนวณความเข้ากันของมุมมอง (Phase Congruency Calculation) ของ Kovesi [11] เพื่อทำการคัดแยกส่วนตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตรถยนต์ออกจากหน้ากระจังรถยนต์สำหรับในการรู้จำของยี่ห้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผู้ผลิตรถยนต์ เมื่อได้ตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิต แล้วจึงใช้โครงข่ายประสาทเชิงความน่าจะเป็น (Probabilistic Neural Network; PNN) จำแนกประเภทของตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตรถยนต์ โดยมีค่าสีของรูปภาพในแต่ละเซลล์และเรียงกันเป็นเวกเตอร์เป็นคุณลักษณะเด่น (Image Feature Vector) นอกจากนี้วิธีการสกัดคุณลักษณะเด่น SIFT ซึ่งเป็นวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย ถูกใช้ในการรู้จำยี่ห้อโดยกำหนดรูปอ้างอิงไว้หนึ่งรูปของแต่ละตราสัญลักษณ์และทำการสกัดคุณลักษณะเด่นของทุกรูป จากนั้นทำการรวมคุณลักษณะเด่นที่แตกต่างของยี่ห้อเดียวกันในรูปที่กำหนดเป็นรูปอ้างอิงในแต่ละยี่ห้อ ในขั้นตอนของการจำแนกประเภท k-NN ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการจำแนก ในส่วนการรู้จำรุ่นของรถยนต์ หน้ากระจังของรถยนต์จะถูกนำมาสกัดคุณลักษณะเด่นด้วยวิธีการของ SIFT โดยกำหนดคุณลักษณะเด่น 128 ลักษณะเด่น คุณลักษณะเด่นทั้งหมดจะถูกทำการวิเคราะห์และจำแนกประเภทด้วยวิธีการ PNN อัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตเท่ากับ 85% โดยตราสัญลักษณ์ที่ใช้ในการฝึกสอนประกอบไปด้วยยี่ห้อ 10 ยี่ห้อหรือคลาส กับ 1 คลาสที่ไม่ใช่ตราสัญลักษณ์ (Unknown) ยี่ห้อละ 5 รูป ส่วนรูปทดสอบจะมีจำนวน11 คลาสเหมือนกับข้อมูลในการฝึกสอนแต่จะมีคลาสละ 10 รูปและอัตราการรู้จำ (Recognition Rate) รุ่นของรถยนต์เท่ากับ 54% โดยทดสอบ 11 คลาสซึ่งในจำนวน 10 คลาสคือหน้ากระจังรถยนต์ Volkswagen รุ่นต่างๆและอีก 1 คลาสที่ไม่ใช่หน้ากระจัง ในแต่ละคลาสมีรูปทดสอบจำนวน 10 รูป

Sam [12] และผู้วิจัยในกลุ่มได้นำเสนอวิธีการรู้จำยี่ห้อผู้ผลิตรถยนต์ งานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลักๆคือขั้นตอนในการค้นหาตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตในภาพโดยที่จะใช้กรอบเล็กๆเลื่อนไปในภาพเรื่อยๆ (Sliding Window) ขณะที่เลื่อนกรอบไปแต่ละที่ก็จะทำการหาคุณลักษณะในกรอบนั้นๆซึ่งคุณลักษณะที่ได้นั้นจะได้จากการใช้ผลรวมค่าของพิกเซลในตัวกรองที่คล้ายกับคลื่นที่ฮาร์เป็นคนคิดค้น (Haar Wavelet) ตัวกรองที่ฮาร์เป็นคนคิดขึ้นมีหลายแบบคือแบบที่เป็นขอบ (Edge) เส้น (Line) และแบบที่เป็นศูนย์กลาง-ล้อมรอบ (Center-Surround) คุณลักษณะที่ได้จากตัวกรองเหล่านี้จะถูกเรียกว่าฮาร์ไลค์ฟีเจอร์ (Haar-Like Feature) ในงานนี้นอกจากจะทำการค้นหาคุณลักษณะแบบฮาร์ไลท์แล้วยังได้ทำการค้นหาคุณลักษณะที่ได้จากตัวกรองที่หมุน 45° อีกด้วย (Extended Haar-Like Feature) หลังจากที่ทำการค้นหาคุณลักษณะได้แล้วก็จะถึงการคัดแยกว่าพื้นที่ตัวเลือกไหนคือตราสัญลักษณ์ผู้ผลิต ในงานวิจัยนี้ได้ใช้โมเดสท์เอดาบูซ (Modest AdaBoost; MAB) มาใช้ในการคัดแยกพื้นที่ว่าพื้นที่ไหนคือตราสัญลักษณ์ พื้นที่ไหนไม่ใช่ตราสัญลักษณ์ โมเดสท์เอดาบูซคืออัลกอริทึมที่ช่วยในการคัดแยกประเภทได้ดียิ่งขึ้นโดยมีหลักการที่สำคัญคือการสร้างเครื่องมือจำแนกที่มีประสิทธิภาพสูง (Strong Classifier) จากเครื่องมือจำแนกที่มีประสิทธิภาพไม่สูงมากนักหลายๆตัวรวมกัน (Weak Classifier) อีกหลักการที่สำคัญคือการปรับค่าน้ำหนักของข้อมูลฝึกสอนที่ถูกคัดแยกผิด เมื่อทำการคัดแยกตราสัญลักษณ์ได้แล้วก็จะถึงขั้นตอนที่ 2 คือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการรู้จำ พื้นที่ที่ถูกคัดแยกแล้วก็จะถูกทำการค้นหาคุณลักษณะเพื่อใช้สำหรับรู้จำซึ่งในงานนี้ได้นำเสนอวิธีการสกัดคุณลักษณะแบบเรเดียลเทคบีเชฟโมเมนต์ (Radial Tchebichef Moment) ต่อจากนั้นได้ทำการนอร์มัลไลซ์คุณลักษณะที่หาได้ ขั้นตอนสุดท้ายของการรู้จำคือการคัดแยกตราผู้ผลิต ตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิตรถยนต์จะถูกคัดแยกโดยใช้เครื่องมือการจำแนก k-NN ข้อมูลที่ใช้ในการทดลองคือรูปตราสัญลักษณ์รถยนต์ซึ่งระบุจากรูปรถยนต์โดยมนุษย์จำนวน 500 รูปและรูปที่ไม่ใช่ตราสัญลักษณ์รถยนต์ 5,000 รูป รูปทั้งหมดนี้คือข้อมูลสำหรับฝึกสอน ส่วนรูปสำหรับทดสอบคือรูปรถยนต์จำนวน 200 รูปซึ่งมาจากจำนวน 10 ยี่ห้อรถยนต์ ยี่ห้อละ 20 รูป ระบบจะทำการค้นหาตราสัญลักษณ์ในรูปทดสอบและทำการสกัดคุณลักษณะในแต่ละตราสัญลักษณ์เพื่อเข้าสู่ระบบการรู้จำและจำแนกซึ่งผลของอัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตของงายวิจัยนี้คือ 92%

Yunqiong [13] และผู้วิจัยในกลุ่ม ได้ทำการพัฒนาระบบรู้จำยี่ห้อรถยนต์ ระบบจะทำการค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์และใช้กระบวนการการฉายภาพขอบจะได้รับขอบเขตของตราสัญลักษณ์แบบหยาบ นอกจากนี้ฮิสโทแกรมทิศทางของเกรเดียนต์ถูกนำมาเสนอในงานวิจัยนี้เพื่อหาตำแหน่งตรงกลางของตราสัญลักษณ์ซึ่งอยู่ในขอบเขตของตราสัญลักษณ์แบบหยาบ โดยที่ฮิสโทแกรมจะมีความสมมาตรกันทำให้หาตำแหน่งตรงกลางของตราสัญลักษณ์ได้ จากนั้นระบบทำการปรับขอบเขตของตราสัญลักษณ์แบบหยาบเพื่อให้ได้ตราสัญลักษณ์ที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการรู้จำ การปรับขอบเขตของตราสัญลักษณ์นี้จะใช้ค่าขีดแบ่งมาช่วยในการปรับขอบเขตโดยที่ถ้าค่าเกรเดียนต์ในแกนนอนและแกนตั้งมากกว่าค่าขีดแบ่ง พิกเซลนั้นจะถูกกำหนดค่าเป็นสีขาว ในทางตรงกันข้ามพิกเซลนั้นก็จะถูกกำหนดค่าเป็นสีดำ จากนั้นทำการปรับขอบแถวหรือคอลัมน์ที่มีสีขาวซึ่งจะทำให้ได้ตราสัญลักษณ์สำหรับในการนำไปใช้ในการรู้จำ ตราสัญลักษณ์ที่ได้การปรับขอบเขตแล้วจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการของการรู้จำโดยใช้วิธีการจับคู่แผ่นแบบ (Template Matching) สำหรับในการจำแนกตราสัญลักษณ์แบบคร่าวๆ ถ้าค่าที่มากที่สุดของการจับคู่แผ่นแบบน้อยกว่าค่าขีดแบ่ง ตราสัญลักษณ์นั้นไม่มีในฐานข้อมูลของระบบ จากนั้นจึงนำเข้าสู่วิธีการฮิสโทแกรมทิศทางของเส้นขอบ (Edge Histogram) ซึ่งจะเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกประเภทของตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิต ซึ่งจะทำการคัดแยกโดยใช้อัตราส่วนของค่าการจับคู่แผ่นมากที่สุดต่อค่าระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างภาพอินพุตกับแผ่นแบบ ภาพอินพุตที่มีอัตราส่วนนี้มีค่ามากที่สุดกับยี่ห้ออะไรระบบก็จะทำนายว่าภาพอินพุตเป็นยี่ห้อนั้น ชุดข้อมูลของการทดสอบในการทดลองนี้มีจำนวนทั้งหมด 11,270 รูปแบ่งออกเป็น 2 ชุดคือชุดแรกประกอบด้วยตราสัญลักษณ์รถยนต์ 17 ยี่ห้อ ส่วนชุดที่สองประกอบด้วยตราสัญลักษณ์รถยนต์ 17 ยี่ห้อกับข้อมูลทดสอบที่ไม่ใช่ตราสัญลักษณ์ ผลการทดลองปรากฏว่าอัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตของข้อมูลชุดแรกคือ 90.23% และชุดที่สองมีอัตราการรู้จำคือ 89.85%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

V. Petrovic and T. Cootes [3] นำเสนอการเปรียบเทียบความแม่นยำการรู้จำรุ่นของรถยนต์ของวิธีการสกัดคุณลักษณะเด่นหลายวิธีประกอบไปด้วย รูปภาพดิบ (Raw Image) การตอบสนองขอบโซเบล (Sobel Edge Response) ทิศทางขอบ (Edge Orientation) เกรเดียนต์นอร์มัลไลซ์โดยตรง (Direct Normalised Gradients) เกรเดียนต์นอร์มัลไลซ์เฉพาะที่ (Locally Normalised Gradients) เกรเดียนต์เชิงการส่งกำลังสอง (Square Mapped Gradients), การตอบสนองมุมแฮริส (Harris Corner Response) เฟสสเปกตรัม (Spectrum Phase) การทดสอบการรู้จำแบ่งข้อมูลออกเป็นสองชุดโดยข้อมูลชุดแรกใช้หน้ากระจังของรถยนต์ซึ่งได้รับมาจากการกำหนดตำแหน่งโดยผู้วิจัยด้วยตัวเอง และข้อมูลชุดที่สองคือหน้ากระจังของรถยนต์ซึ่งระบบกำหนด กระบวนการเริ่มต้นของการวิจัยนี้คือการค้นหาป้ายทะเบียนเพื่อทำการค้นหาหน้ากระจังของรถ จากนั้นความกว้างและตำแหน่งของป้ายทะเบียนจะอ้างอิงในการค้นหาขอบเขตของหน้ากระจังรถ หน้ากระจังรถจะเป็นวัตถุที่ถูกนำไปสกัดหาคุณลักษณะเด่นด้วยวิธีการต่างๆ ซึ่งได้กล่าวไปในขั้นต้น เพื่อทำการเปรียบเทียบความแม่นยำในการรู้จำ นอกจากนี้ยังมีการทดสอบการใช้ PCA ซึ่งเป็นวิธีการในการลดมิติข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลได้ง่าย รวดเร็วและเพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำอีกด้วย คุณลักษณะเด่นที่ถูกสกัดด้วยวิธีต่างๆ นั้นจะถูกนำเข้าสู่เครื่องมือในการจำแนกประเภท โดยในการวิจัยใช้ k-NN เป็นเครื่องมือในการจำแนก ในข้อมูลของการทดลองนี้ได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับการฝึกสอน 105 รูป จาก 77 ยี่ห้อ และข้อมูลสำหรับทดสอบ 1,027 รูป ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์ของคุณลักษณะที่ได้จากเกรเดียนต์เชิงการส่งกำลังสองมีอัตราการรู้จำที่ดีที่สุดโดยมีอัตราการรู้จำเท่ากับ 97.70% และเมื่อใช้ PCA เข้ามาช่วยในการลดมิติข้อมูล ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์ของคุณลักษณะที่ได้จากเกรเดียนต์เชิงการส่งกำลังสองมีอัตราการรู้จำที่ดีที่สุดอีกเช่นกัน โดยที่มีอัตราการรู้จำอยู่ที่ 95.1%

K. Zheng และผู้วิจัยในกลุ่ม [14] ได้นำเสนอวิธีการค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่ได้จากตัวกรองขอบ คุณลักษณะเส้น คุณลักษณะศูนย์กลาง – ล้อมรอบ และใช้วิธีเจนเทิลเอดาบูซ (Gentle Adaboost; GAB) เพื่อช่วยในการค้นหาพื้นที่ที่น่าจะเป็นป้ายทะเบียนหรือพื้นที่ตัวเลือกแต่ผลลัพธ์ที่ได้ยังคงได้พื้นที่ตัวเลือกจำนวนมาก จึงได้ใช้เครื่องมือจำแนก HOG และ GAB อีกครั้งหนึ่งเพื่อจำแนกหาพื้นที่ของป้ายทะเบียนที่ถูกต้อง หลังจากนั้นระบบจะทำการคัดเลือกพื้นที่ที่เป็นป้ายทะเบียนโดยใช้ค่าความเป็นไปได้ (Likelihood) ที่มีค่ามากที่สุดของพื้นที่ตัวเลือกในการคัดเลือกซึ่งค่าความเป็นไปได้นี้ได้จากค่าน้ำหนักของพื้นที่ตัวเลือกอินพุตที่ใช้วิธีการ GAB โดยที่ใช้คุณลักษณะของพื้นที่ตัวเลือกคือคุณลักษณะ HOG ในการทดสอบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้รูปภาพทั้งสิ้น 3,000 รูปภาพ และประสิทธิภาพที่ได้คือ 95.20 % ของอัตราการเรียกกลับ (Recall Rate) และ 94.00 % ของอัตราความเที่ยง (Precision Rate)ในการค้นหาป้ายทะเบียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

B. Li และผู้วิจัยในกลุ่ม [15] นำเสนอระบบการรู้จำป้ายทะเบียนโดยการวิเคราะห์ MSER ระบบนี้จะถูกแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน และการรู้จำป้ายทะเบียน ในขั้นตอนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนจะทำการหาตัวอักษรป้ายทะเบียนก่อนแล้วจึงทำการอนุมานหาตำแหน่งป้ายทะเบียนโดยที่ตัวอักษรป้ายทะเบียนจะหาได้จากการจับคู่กับทุกๆ MSER ที่ถูกสกัดออกมาซึ่งถ้าจำนวน MSER มี n จำนวน ดังนั้นสัญกรณ์โอใหญ่ในการจับคู่เท่ากับ $O(n^2)$ จากนั้นจึงหาความสัมพันธ์ทางกายภาพ (Geometric Relation) เช่น ระยะทางยูคลีเดียน (Euclidean Distance) ระยะทางแนวนอนและแนวตั้ง (Horizontal and Vertical Distance) และหาความสัมพันธ์ความเข้ม (Gray level Relation) เพื่อจำแนก MSER ดังกล่าวว่าคือตัวอักษรป้ายทะเบียนหรือไม่ หลังจากนั้นทำการจัดกลุ่มตัวอักษรป้ายทะเบียนเพื่อจะทำการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนต่อไป อัตราความเที่ยงในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนคือ 96.0% สำหรับภาพที่ถูกถ่ายในตอนกลางวันและ 92.5% สำหรับภาพที่ถูกถ่ายกลางคืน สำหรับขั้นตอนการของจดจำป้ายทะเบียน พื้นที่ที่เป็นตัวอักษรซึ่งได้จากขั้นตอนในการหาตำแหน่งป้ายทะเบียนจะถูกทำการปรับขนาดภาพให้เป็น 20×40 พิกเซล จากนั้นทำการสกัดคุณลักษณะเด่นโดยใช้วิธีการสกัดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์และใช้เครื่องมือการจำแนก k-NN เพื่อทำการรู้จำและจำแนกตัวอักษรของป้ายทะเบียน ผลของอัตราการรู้จำ 91.9% สำหรับภาพที่ถูกถ่ายในตอนกลางวันและ 86.2% สำหรับภาพถ่ายกลางคืน โดยที่ภาพทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบคือ 680 ภาพซึ่งแบ่งเป็นภาพถ่ายกลางวัน 520 ภาพและภาพถ่ายกลางคืน 160 ภาพ

H. W. Lim และคณะผู้วิจัย [16] ได้พัฒนาระบบการค้นหาตัวอักษรป้ายทะเบียนในฉากธรรมชาติโดยการหา MSER และ ใช้การสกัดคุณลักษณะ SIFT ระบบการค้นหาตัวอักษรป้ายทะเบียนนี้จะทำการหา MSER โดยเมื่อหา MSER ได้แล้ว ตัวกรองฐานเรียนรู้อย่างง่าย (Heuristic-Based Filter) จะถูกใช้เพื่อกรอง MSER ที่ซึ่งไม่ใช่ตัวอักษร จากนั้นจะทำการสกัดคุณลักษณะ SIFT จาก MSER ที่ยังคงเหลืออยู่และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนถูกใช้เพื่อจำแนกว่า MSER พื้นที่ไหนคือตัวอักษรป้ายทะเบียน พื้นที่ไหนที่ไม่ใช่ป้ายทะเบียน นอกจากนี้ยังใช้ได้ใช้คอร์เวกเตอร์แมชชีน (Core Vector Machine) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมการฝึกฝนของซับพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพื่อลดเวลาในการคำนวณในการฝึกฝน อัตราความเที่ยงในการหาตำแหน่งตัวอักษรที่ดีที่สุดอยู่ที่ 96.46% จากภาพทดสอบทั้งหมด 97 รูป

1.4 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

พัฒนาระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวิทัศน์โดยใช้ไอเกนเฟซและพีระมิดของฮิสโทแกรมของทิศทางของเกรเดียนต์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

ได้ระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวิทัศน์โดยใช้ไอเกนเฟซและพีระมิดของฮิสโทแกรมของทิศทางของเกรเดียนต์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ได้หลากหลาย เช่น การค้นหาวัตถุในกล้องวงจรปิด การติดตามวัตถุ การเฝ้าดูระบบจราจร หรือการเก็บสถิติจราจรต่างๆ

1.6 ขอบเขตงานวิจัย

1) ภาพรถยนต์ที่จะใช้ทำการวิเคราะห์จะเป็นภาพถ่ายจากด้านหน้าตรง

2) ในการทดสอบระบบจะใช้ภาพรถยนต์จากฐานข้อมูล LPR ของ Medialab[18] รวมทั้งภาพรถยนต์ที่ค้นคืนมาจากอินเทอร์เน็ต และภาพรถยนต์ที่ได้มาจากกล้องวงจรปิด หรือภาพรถยนต์หลากหลายยี่ห้อและรุ่นจากที่คณะผู้วิจัยได้ถ่ายและเก็บรวบรวมเอง จากสถานที่และสภาพแวดล้อมต่างๆ รวมทั้งสิ้นไม่ต่ำกว่า 300 ภาพและมีจำนวนรุ่นรถยนต์ไม่ต่ำกว่า 15 รุ่น

1.7 วิธีการดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากสิ่งตีพิมพ์ก่อนหน้าและหาข้อมูลความรู้จากอินเทอร์เน็ต

2) ออกแบบและวางแผน ในการทำวิจัยและสร้างระบบรู้จำ

3) ทดลองประสิทธิภาพในการรู้จำของคุณลักษณะเด่นที่จะถูกเลือกใช้ในระบบรู้จำ

4) ทดลองประสิทธิภาพในการรู้จำของคุณลักษณะเด่นที่เคยถูกนำไปใช้ระบบรู้จำ

5) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการรู้จำของข้อที่ 3 และ 4

6) ทดลองระบบการค้นหาป้ายทะเบียน

7) ทดลองระบบการค้นหาหน้ากระจังรถยนต์

8) นำระบบย่อยมาประกอบรวมกัน และทดสอบระบบ

9) วัดประสิทธิภาพและประเมินผลการทำงานของระบบ

10) สรุปผลการวิจัย จัดทำ และนำเสนอวิทยานิพนธ์

1.8 เครื่องมือในการพัฒนา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้เครื่องมือในการพัฒนาดังนี้

1) ฮาร์ดแวร์

- AMD A6-3400M APU with Radeon HD Graphics 1.40 GHz

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- 8 Gigabytes main memory

2) ซอฟต์แวร์

- Matlab 2012
- Microsoft Windows 7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved