

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวีทัศน์โดยใช้ไอเคนเฟซและ PHOG ที่ได้กล่าวรายละเอียดไว้ในบทที่ 3 ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งออกเป็นการทดลองออกเป็น 5 การทดลองดังนี้

- 1) การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนบนพื้นฐาน MSER
- 2) การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระบังรถยนต์โดยวิธีอ้างอิงจากตัวอักษรและป้ายทะเบียนรถยนต์
- 3) การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระบังโดยใช้การหาความเด่นเชิงการมอง
- 4) การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำด้วยไอเคนเฟซและ PHOG
- 5) การทดสอบประสิทธิภาพในการค้นคืนรูปภาพรถยนต์ของระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวีทัศน์ที่ได้นำเสนอ

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนบนพื้นฐาน MSER

4.1.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

รูปภาพที่นำไปใช้ในการฝึกสอนคือรูปรถยนต์ที่มีป้ายทะเบียนประเทศไทยทั้งหมด 200 รูป ซึ่งประกอบไปด้วยรูปรถยนต์ยี่ห้อ Toyota Corolla 2007 Toyota Yaris ปี 2009 Mazda 2 ปี 2009 Toyota Camry 2010 รูปทั้งหมดถูกสืบค้นมาจากอินเทอร์เน็ต และเป็นภาพถ่ายจากทางด้านหน้าตรงของรถซึ่งมีขนาด 640×480 พิกเซล โดยในการทดลองนี้ภาพฝึกสอนจะถูกสุ่มออกเป็น 10 กลุ่ม กลุ่มละ 20 ภาพ และใช้นำไปสร้างโมเดลในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนจำนวน 10 โมเดล โดยในส่วนนี้ทำเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบในสถานะที่มีชุดข้อมูลฝึกสอนที่แตกต่างกัน ภาพชุดในการฝึกสอนทั้งหมดจะถูกนำไปสกัด MSER และทำการคัดเลือก MSER ที่เป็นส่วนพื้นหลังของป้ายทะเบียน MSER ที่เป็นส่วนของตัวอักษรของป้ายทะเบียน และ MSER ส่วนที่เหลือ

หลังจากนั้นจึงนำ MSER ที่มีป้ายกำกับเหล่านั้นมาสกัดคุณลักษณะดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3.2 เพื่อสร้างโมเดลการจำแนกด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบทวิภาค ขึ้นมาสองโมเดล โดยโมเดลแรกจะเป็นโมเดลสำหรับการจำแนกพื้นที่ที่เป็นส่วนพื้นหลังของป้ายทะเบียน และพื้นที่ที่

ไม่ได้เป็นส่วนพื้นหลังของป้ายทะเบียน ส่วนโมเดลที่สองจะเป็นโมเดลสำหรับการจำแนกพื้นที่ที่เป็นตัวอักษรของป้ายทะเบียนและพื้นที่ที่ไม่ได้เป็นตัวอักษรของป้ายทะเบียน ซึ่งในการทดลองนี้จะใช้เรเดียลเบสฟังก์ชัน (Radial Basis Function; RBF) เป็นเคอร์เนลฟังก์ชันของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนทั้งสองโมเดล โดยสุดท้ายการยืนยันความถูกต้องว่าพื้นที่พื้นหลังของป้ายทะเบียนที่ได้จากโมเดลการจำแนกเป็นป้ายทะเบียนจริงๆหรือไม่ จะทำโดยการนับจำนวนพื้นที่ของตัวอักษรที่อยู่ในอาณาเขตนั้น โดยในการทดลองนี้พื้นที่ที่เป็นป้ายทะเบียนจะต้องมีจำนวนตัวอักษร 3 ตัวขึ้นไปและไม่เกิน 7 ตัว เนื่องจากส่วนของเลขทะเบียนในป้ายทะเบียนรถยนต์ในประเทศไทยมีตัวอักษรตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปและไม่เกิน 7 ตัว

ในส่วนของคุณภาพที่เตรียมไว้สำหรับการทดสอบจะประกอบไปด้วยรูปภาพจำนวนทั้งหมด 500 รูป ซึ่งรวบรวมมาจากเว็บไซต์เกี่ยวกับรถยนต์ เช่น เว็บไซต์ขายรถมือสอง หรือเสิร์จเอนจิน เช่น Google รวมทั้งภาพถ่ายรถยนต์จากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บภาพมาเอง รูปภาพมีขนาดไม่คงที่ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 266×189 พิกเซล จนถึง 2505×1385 พิกเซล ในจำนวนรูปทั้งหมดถูกแบ่งออกเป็นรูปรถยนต์ซึ่งถูกถ่ายจากด้านหน้าหรือด้านหลังที่มีป้ายทะเบียนประเทศไทยจำนวน 250 รูป ซึ่งประกอบไปด้วยรถยนต์หลากหลายยี่ห้อหรือรุ่น อาทิเช่น Toyota Camry, Honda City, Mazda 2, Nissan Almera ฯลฯ และรูปรถยนต์ซึ่งไม่มีป้ายทะเบียนหรือถูกถ่ายจากด้านข้างอีกจำนวน 250 รูป ตัวอย่างรูปภาพรถยนต์ที่มีป้ายทะเบียนที่นำมาใช้ในการทดลองนี้สามารถดูได้จากภาพที่ 4.1 ส่วนภาพที่ 4.2 ได้แสดงตัวอย่างรูปภาพรถยนต์ที่ไม่มีป้ายทะเบียนหรือถ่ายจากด้านข้าง

วิธีการทดลอง ก็คือการนำรูปภาพสำหรับทดสอบทั้งหมดจะเข้าสู่กระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน ระบบจะประมวลผลและส่งผลลัพธ์ในการค้นหาตำแหน่งป้ายทะเบียนออกมา และใช้อัตราความเที่ยง (Precision Rate) อัตราการเรียกกลับ (Recall Rate) และอัตราความแม่นยำ (Accuracy Rate) เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของกระบวนการ



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างสำหรับทดสอบประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างที่ไม่มีป้ายทะเบียนหรือถ่ายจากด้านข้าง

4.1.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 แสดงผลของการทดลองในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนทั้งหมด 10 โมเดล ผลปรากฏว่าโมเดลที่ 1 มีอัตราความเที่ยงและอัตราความแม่นยำที่มากที่สุด ส่วนโมเดลที่ 4 มีอัตราการเรียกกลับที่มากที่สุดแต่ในทางกลับกันมีอัตราความเที่ยงและอัตราความแม่นยำที่น้อยที่สุดเนื่องจากระบบระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนที่ผิด (False Positives; FP) เป็นจำนวนมาก โมเดลที่ 5 มีอัตราการเรียกกลับที่น้อยที่สุดเนื่องจากระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนจากรูปภาพรถยนต์ที่มีป้ายทะเบียน (False Negative; FN) อัตราความแม่นยำและอัตราการเรียกกลับสามารถคำนวณได้

ตามสมการที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ นอกจากนี้ในตารางที่ 4.1 ยังได้แสดงผลค่าเฉลี่ยได้แก่ ระบบสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้ 241.7 ป้ายทะเบียน (True Positives; TP) และระบบไม่สามารถระบุหาตำแหน่งป้ายทะเบียนเฉลี่ยจำนวน 8.1 รูปจากรูปภาพรถยนต์ที่มีป้ายทะเบียน ส่วนผลการทดลองสำหรับรูปที่ไม่มีป้ายทะเบียน ผลปรากฏว่าระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้เฉลี่ย 228.7 รูป (True Negatives; TN) และระบบสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนโดยเฉลี่ยได้ 21.7 รูป

จากการสังเกตผลการทดลองพบ ผลลัพธ์ในแต่ละโมเดลจะมีค่าแตกต่างกันและเมื่อทำการตรวจสอบในโมเดลที่ 4 พบว่าตัวอักษรป้ายทะเบียนในการนำไปฝึกสอนบางตัวมีขนาดเล็กเนื่องจากถ่ายในมุมมองต่างกันและเมื่อนำตัวอักษรนี้ออกผลปรากฏว่าค่า FP ลดลง ส่วนโมเดลที่ 5 เกิดจากระบบไม่สามารถระบุพื้นหลังแผ่นป้ายได้ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่ารูปในการฝึกสอนเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งซึ่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนของระบบได้

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4.1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4.2)$$

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน

โมเดล	TP	FP	TN	FN	ความเที่ยง (%)	เรียกกลับ (%)	แม่นยำ (%)
1	245	10	240	5	96.07	98.00	97.00
2	243	20	230	7	93.39	97.20	94.60
3	239	22	228	11	91.53	95.6	93.40
4	246	36	214	4	87.20	98.4	92.00
5	230	14	236	20	94.26	92.00	93.20
6	240	25	225	10	90.56	96.00	93.00
7	244	22	228	6	91.72	97.60	94.40
8	244	24	226	6	91.04	97.60	94.00
9	243	19	231	7	92.74	97.20	94.80
10	243	25	225	7	90.67	97.20	93.60
รวม	243	24	226	7	91.01	97.20	93.80
เฉลี่ย	241.7	21.7	228.7	8.3	91.76	96.68	94.08

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยวิธีอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์

4.2.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

ในการทดลองนี้จะประเมินประสิทธิภาพของการระบุตำแหน่งหน้ากระจกด้วยอัตราการรู้จำรุ่นของรถยนต์จากหน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงจากป้ายทะเบียนและนอกจากนี้ยังได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้ตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียน (การรู้จำแบบอัตโนมัติ) กับอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยให้มนุษย์เป็นผู้ระบุตำแหน่งหน้ากระจกให้ระบบ (การรู้จำแบบกึ่งอัตโนมัติ) อีกด้วย โดยรูปภาพในการทดลองนี้มีทั้งหมด 300 รูป แต่ละรูปมีขนาด 640×480 พิกเซล ซึ่งมาจากรถยนต์จำนวน 10 รุ่น รุ่นละ 30 รูป โดยรูปภาพทั้งหมดซึ่งถูกถ่ายจากด้านหน้าและเป็นรูปภาพรถที่ติดแผ่นป้ายทะเบียนในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถนำไประบุตำแหน่งของหน้ากระจกได้ตามสมมุติฐานของวิธีนี้ รุ่นรถยนต์ที่ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลองนี้สามารถดูได้ในตารางที่ 4.2 นอกจากนี้ภาพที่ 4.3 แสดงรูปตัวอย่างที่นำไปใช้ในการทดลอง

สำหรับวิธีการทดลอง รูปภาพทั้งหมดจะถูกทำการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน ส่วนในกรณีการกำหนดตำแหน่งหน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติ มนุษย์จะทำการระบุตำแหน่งหน้ากระจกของรูปทดลองทั้งหมดเช่นเดียวกัน เมื่อหาตำแหน่งหน้ากระจกและได้ภาพหน้ากระจกแล้ว หน้ากระจกรถยนต์ในแต่ละรุ่นจะถูกทำการสุ่มขึ้นมาเป็นข้อมูลฝึกสอนเป็นจำนวน 1-15 ข้อมูลขึ้นอยู่กับว่าการทดลองครั้งนั้นต้องการจำนวนข้อมูลฝึกสอนเท่าไร และทำการสุ่มหน้ากระจกในรถยนต์ที่เหลือหลังจากนำไปใช้เป็นข้อมูลฝึกสอนแล้วแต่ละรุ่น รุ่นละ 10 รูป รวมทั้งหมด 100 รูป เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับทดสอบ จากนั้นข้อมูลที่สุ่มได้ทั้งหมดจะถูกนำไปสกัดคุณลักษณะไอเกนเฟซและ PHOG ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3.3 และส่งเข้าสู่กระบวนการจำแนกเพื่อหาอัตราการรู้จำต่อไป ในการทดลองนี้ได้ใช้เครื่องมือการจำแนก k-NN โดยกำหนดค่า $k = 1$ ซึ่งก็คือรูปทดสอบที่มีระยะห่างจากรูปฝึกสอนรุ่นไหนน้อยที่สุด ระบบจะทำนายรูปทดสอบนั้นคือรุ่นของรถยนต์นั้น ในการประเมินอัตราการรู้จำ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้งในแต่ละจำนวนข้อมูลฝึกสอน และทำการหาค่าเฉลี่ยของอัตราการรู้จำของการทดลองในแต่ละจำนวนการฝึกสอนนั้น



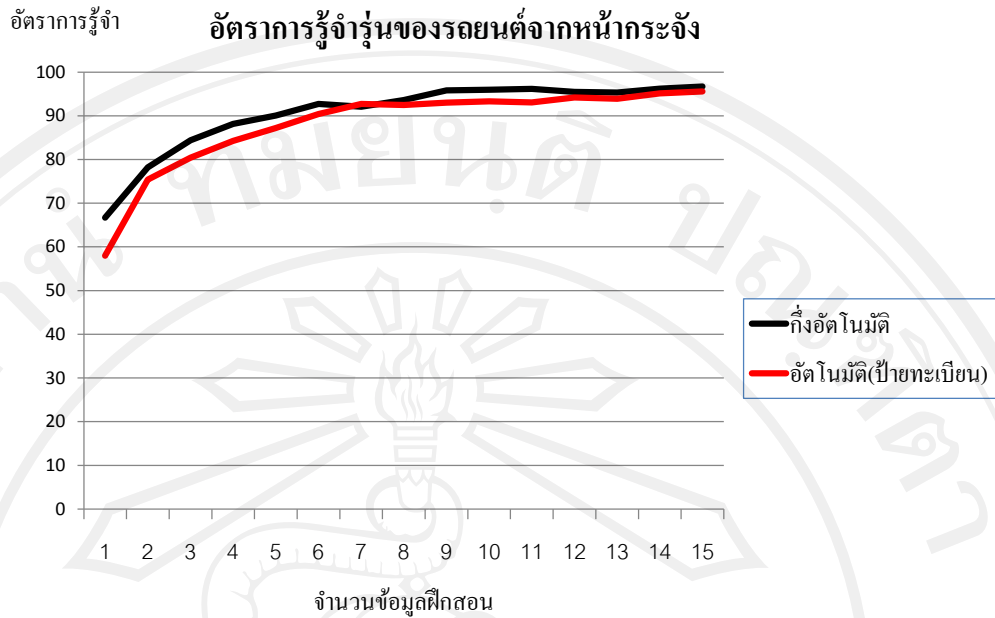
ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างรูปสำหรับทดสอบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยอ้างอิง
จากป้ายทะเบียน [24]

ตารางที่ 4.2 รุ่นรถยนต์สำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยอ้างอิงป้ายทะเบียน

ลำดับ	โมเดล
1	Toyota Camry 2000-02
2	Toyota Camry 2010
3	Honda City 2009-11
4	Honda Civic 2006-08
5	Mazda 2 2009-11
6	Nissan Teana 2009-11
7	Toyota Corolla 2007
8	Toyota Corolla 2008
9	Toyota Yaris 2006-08
10	Toyota Yaris 2009-11

4.2.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 แสดงอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้จากการกำหนดโดยมนุษย์ และจากการอ้างอิงจากป้ายทะเบียน โดยแต่ละแถวของตารางคืออัตราการรู้จำเฉลี่ยในแต่ละจำนวน ข้อมูลการฝึกสอน นอกจากนี้ยังได้แสดงเป็นกราฟเปรียบเทียบของอัตราการรู้จำทั้ง 2 ดังในภาพที่ 4.4 ซึ่งเส้นสีแดงคืออัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้จากระบบระบุตำแหน่งโดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน และเส้นสีดำคืออัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้จากการระบุตำแหน่งโดยมนุษย์ แกนแนวตั้งคืออัตราการรู้จำและแกนแนวนอนคือจำนวนข้อมูลที่นำไปฝึกสอน ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำทั้ง 2 จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แปรผันตามจำนวนข้อมูลในการฝึกสอน ยิ่งข้อมูลฝึกสอนมากอัตราการรู้จำก็ยิ่งมากขึ้นตามไปด้วย อัตราการรู้จำในช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจำนวนข้อมูลฝึกสอนเท่ากับ 6 อัตราการรู้จำจะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ นอกจากนี้จากการสังเกตอัตราการรู้จำโดยระบบระบุตำแหน่งหน้ากระจกแบบอัตโนมัติจะมีอัตราการรู้จำน้อยกว่าอัตราการรู้จำแบบกึ่งอัตโนมัติเพียงแค่ 1.10 % สำหรับการฝึกสอนข้อมูล 15 ข้อมูล ซึ่งเห็นได้ว่า อัตราการรู้จำโดยระบบระบุตำแหน่งอัตโนมัติต่างกับอัตราการรู้จำแบบกึ่งอัตโนมัติเพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งเป็นที่น่าพอใจและสามารถนำไปใช้งานได้



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราความรู้จำของรถยนต์ระหว่างการระบุตำแหน่งหน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติกับแบบอัตโนมัติ (ป้ายทะเบียน)

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยใช้การหาความเด่นเชิงการมอง และ PHOG

4.3.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

ในการวัดประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งของหน้ากระจกโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG นั้น ผู้วิจัยได้คำนวณหาอัตราความเที่ยง อัตราการเรียกกลับเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งหน้ากระจก และคำนวณหาอัตราความรู้จำเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้จากการใช้ความเด่นเชิงการมอง และ PHOG กับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนและการระบุตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้โดยมนุษย์ โดยแบ่งชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นสองชุด ชุดแรกคือรูปรถยนต์ซึ่งถ่ายจากด้านหน้าตรงจำนวน 100 รูป สำหรับทดสอบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG ส่วนชุดที่สองคือชุดข้อมูลเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพของการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยวิธีอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหน้ากระจกที่หามาได้โดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG กับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนและการระบุตำแหน่งหน้ากระจกที่ได้โดยมนุษย์ประกอบไปด้วยรูปภาพรถยนต์หน้าตรงจำนวน

300 รูปซึ่งคือชุดเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระจกโดยวิธีอ้างอิงจากป้ายทะเบียนรถยนต์

ตารางที่ 4.3 อัตราการรู้จำรถยนต์ของหน้ากระจกที่ได้จากการกำหนดโดยมนุษย์และจากการอ้างอิงจากป้ายทะเบียน

จำนวนข้อมูล ฝึกสอน	อัตราการรู้จำรถยนต์เฉลี่ยโดยใช้หน้ากระจก [%]	
	การรู้จำแบบกึ่งอัตโนมัติ (ระบุตำแหน่งด้วยมนุษย์)	การรู้จำแบบอัตโนมัติ (ระบุตำแหน่งโดยอาศัยป้ายทะเบียน)
1	66.70	58.00
2	78.20	75.40
3	84.40	80.40
4	88.15	84.25
5	90.05	87.20
6	92.70	90.40
7	92.10	92.70
8	93.60	92.50
9	95.80	93.00
10	95.95	93.00
11	96.15	93.05
12	95.50	94.20
13	95.35	93.90
14	96.20	95.15
15	96.70	95.60

วิธีการทดลองในการหาอัตราความเที่ยงและอัตราการเรียกกลับ ผู้วิจัยได้นำรูปชุดข้อมูลฝึกสอนทั้งหมดไปทำการหาพื้นที่ตัวเลือกของตำแหน่งหน้ากระจกโดยใช้ความเด่น ซึ่งพื้นที่ตัวเลือกที่ได้นั้นจะได้พื้นที่หน้ากระจกแต่ละรุ่นและพื้นที่อื่นๆที่ไม่ใช่หน้ากระจกซึ่งคือกระจกและกันชนรถยนต์ดังตัวอย่างในภาพที่ 4.5 จากนั้นทำการจำแนกโดยใช้วิธีการสกัดคุณลักษณะ PHOG เพื่อให้ได้คุณลักษณะสำหรับการไปจำแนกว่าพื้นที่ตัวเลือกไหนคือหน้ากระจก สำหรับกรฝึกสอนระบบจะทำการนำรูปหน้ากระจกที่ได้จากการระบุตำแหน่งโดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ

PHOG และถูกทำการคัดแยกแล้ว โดยมนุษย์ว่ารูปนี้คือหน้ากระบัง 100 รูป รวมทั้งพื้นที่กระจกและ กันชนอีกอย่างละ 10 รูป มาทำการสกัดคุณลักษณะ PHOG รวมทั้งสิ้น 120 รูป จากนั้นจึงนำรูปภาพ ชุดทดสอบจำนวน 100 รูป เข้าสู่กระบวนการระบุพื้นที่ตัวเลือกสำหรับพื้นที่หน้ากระบังและสกัด คุณลักษณะ PHOG ของพื้นที่ตัวเลือก เมื่อสกัดคุณลักษณะได้แล้วจึงทำการตรวจสอบยืนยันว่าพื้นที่ ตัวเลือกที่ได้นั้นเป็นพื้นที่หน้ากระบังหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือจำแนก k -NN ซึ่งในการทดลองนี้ กำหนดให้ค่า $k = 1$

นอกจากนี้ยังได้ทำการวัดอัตราการรู้จำรุ่นของรถยนต์ของหน้ากระบังที่ได้จากการใช้ความ เค้นเชิงการมองเพื่อเปรียบเทียบกับอัตราการรู้จำพื้นที่หน้ากระบังที่ได้จากอ้างอิงป้ายทะเบียนและที่ ได้โดยมนุษย์กำหนด การทดสอบในส่วนนี้จะกระทำในแนวทางเดียวกับการทดลองที่ 4.2.1



ภาพที่ 4.5 พื้นที่หน้ากระบังและไม่ใช่หน้ากระบังที่ได้จากการใช้ความเค้น

4.3.2 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ได้แสดงอัตราความเที่ยงและอัตราการเรียกกลับของการระบุตำแหน่งหน้า กระบังที่ได้ในขั้นตอนการหาพื้นที่ตัวเลือกด้วยค่าความเค้นเชิงการมองและผลลัพธ์ที่ได้หลังจาก การตรวจสอบยืนยันด้วย PHOG จากรูปทดสอบซึ่งมีจำนวน 100 รูป ผลการระบุตำแหน่งหน้า กระบังโดยใช้ความเค้นอย่างเดียวปรากฏว่าระบบระบุรูปพื้นที่หน้ากระบัง 175 รูปซึ่งใน 175 รูป ระบุตำแหน่งหน้ากระบังได้ถูกต้อง 98 รูป ระบุตำแหน่งไม่ถูกต้อง 77 รูป และในจำนวนรูปทดสอบ 100 รูประบบไม่สามารถระบุพื้นที่หน้ากระบังได้ 2 รูป ดังนั้นอัตราความเที่ยงตรงและอัตราการ เรียกกลับคำนวณได้เพียง 56% และ 98% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จากแผนภาพความเค้น นั้นมีอัตราการเรียกกลับที่สูงแต่ยังมีความเที่ยงตรงที่ต่ำ แต่เมื่อใช้ PHOG เข้ามาช่วยในการ ตรวจสอบยืนยันผลที่ได้อีกขั้นหนึ่ง ก็จะทำให้การระบุตำแหน่งหน้ากระบังมีความเที่ยงตรงที่สูงขึ้น

ถึง 41.00% โดยมีการเรียกกลับที่ลดลงเพียง 1.00% จากพื้นที่หน้ากระจกที่ระบบระบุว่าเป็นพื้นที่ตัวเลือก 175 รูปสามารถระบุได้ถูกต้อง 97 รูป ระบุพื้นที่หน้ากระจกไม่ถูกต้อง 3 รูป และระบบไม่สามารถระบุหาตำแหน่งพื้นที่หน้ากระจกได้ 3 รูป ดังนั้นอัตราความเที่ยงและการเรียกกับการใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG มีค่าเป็น 97.00%

ตารางที่ 4.5 แสดงอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้โดยมนุษย์ จากการอ้างอิงโดยป้ายทะเบียนและจากการใช้ความเด่นเชิงการมองแต่ละแถวของตารางคืออัตราการรู้จำในแต่ละจำนวนข้อมูลการฝึกสอน ส่วนภาพที่ 4.6 คือกราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้จากระบบระบุตำแหน่งซึ่งอ้างอิงจากป้ายทะเบียน (เส้นสีแดง) กับอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติ (เส้นสีดำ) และอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์แบบอัตโนมัติโดยใช้หน้ากระจกที่ได้จากการใช้ความเด่นเชิงการมอง (เส้นสีเขียว) แกนแนวตั้งคืออัตราการรู้จำและแกนแนวนอนคือจำนวนข้อมูลที่นำไปฝึกสอน ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำทั้ง 3 ชุดข้อมูลจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แปรผันตามจำนวนข้อมูลในการฝึกสอน ยิ่งข้อมูลฝึกสอนมากอัตราการรู้จำก็ยิ่งมากขึ้นตามไปด้วย อัตราการรู้จำในช่วงแรกจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงจำนวนข้อมูลฝึกสอนเท่ากับ 6 อัตราการรู้จำจะเริ่มเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ นอกจากนี้จากการสังเกตอัตราการรู้จำของหน้ากระจกที่ได้จากการใช้ความเด่นเชิงการมองมีอัตราน้อยกว่าอัตราการรู้จำของหน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนเพียง 3.10% สำหรับการฝึกสอนข้อมูล 15 ข้อมูล ซึ่งในการค้นหาหน้ากระจกจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการค้นหาหน้ากระจกรถยนต์สำหรับภาพรถยนต์ที่ไม่มีป้ายทะเบียนหรือถูกเซนเซอร์จากแอปพลิเคชันที่ต้องการให้ผลลัพธ์มีความเป็นส่วนตัวได้

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำด้วยไอเคนเฟซและ PHOG

ในการทดลองนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองข้อมูลรูปภาพ 2 อย่างคือการทดลองประสิทธิภาพในการรู้จำด้วยข้อมูลรูปภาพตราสัญลักษณ์ของผู้ผลิตและข้อมูลอย่างที่สองคือหน้ากระจกรถยนต์

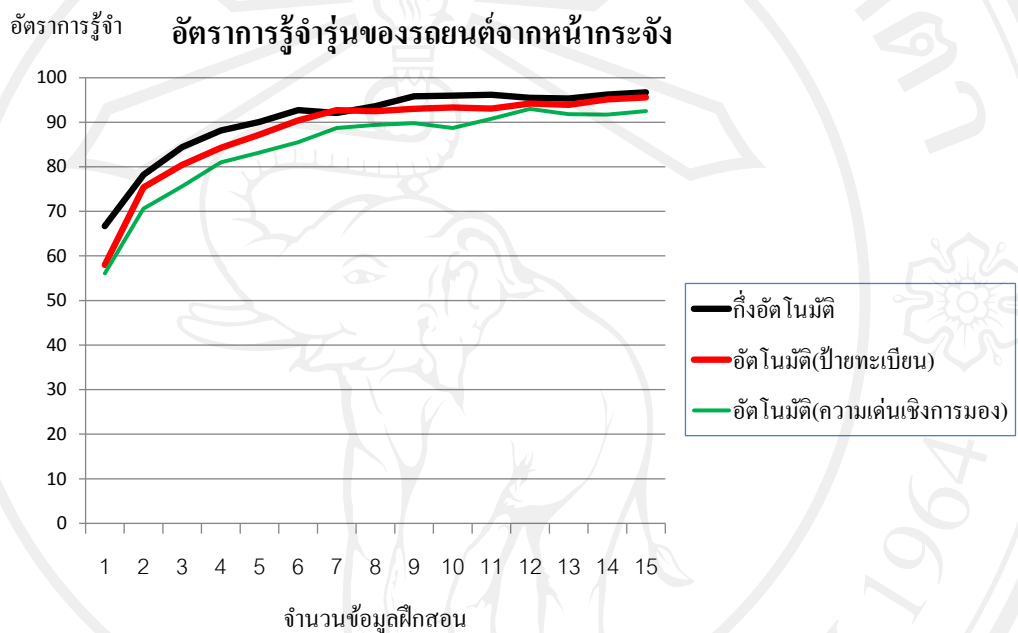
4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำตราสัญลักษณ์ผู้ผลิต

4.4.1.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

รูปภาพตราสัญลักษณ์ที่นำมาทดลองซึ่งได้จากการระบุตำแหน่งจากรูปรถยนต์โดยมนุษย์มีทั้งหมด 650 รูปซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรูปรถยนต์มาจากรฐานข้อมูล LPR ของ Medialab [25] จำนวน 200 รูปและจากบริการเสิร์จเอนจำนวน 450 รูป ตราสัญลักษณ์รถยนต์ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ดังในตารางที่ 4.6 และ รูปตัวอย่างตราสัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลองได้แสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.7 รูปตราสัญลักษณ์ทั้งหมด 650 รูปประกอบไปด้วยตราสัญลักษณ์ผู้ผลิตจำนวน 10 ยี่ห้อ ยี่ห้อละ 65 รูป จากนั้นทำการสุ่มแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 2 ชุดข้อมูล โดยที่ข้อมูลชุดแรกคือชุด

สำหรับฝึกสอนมีจำนวน 150 รูป โดยแบ่งเป็นยี่ห้อละ 15 รูป ส่วนข้อมูลชุดที่สองคือชุดข้อมูลทดสอบมีจำนวน 500 รูป ซึ่งแบ่งออกยี่ห้อละ 50 รูป

ส่วนวิธีการทดลอง ในการทดลองนี้ได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการเรียนรู้ในการสกัดคุณลักษณะวิธีพื้นฐาน เช่น SIFT [9] สามารถดูได้จากตารางที่ 4.8 โดยทำการสุ่มข้อมูลสำหรับฝึกสอนและนำข้อมูลทดสอบทั้งหมดไปทดสอบเพื่อจำแนกด้วยเครื่องมือจำแนก k-NN ซึ่งในการทดลองนี้กำหนดให้ค่า $k = 1$ โดยในการทดลองทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยในแต่ละวิธีและแต่ละจำนวนข้อมูลในการฝึก



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการเรียนรู้รุ่นของรถยนต์ระหว่างการระบุหน้ากระจกแบบกึ่งอัตโนมัติกับแบบอัตโนมัติ (ป้ายทะเบียน) และแบบอัตโนมัติ (ความเด่นเชิงการมอง)

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งหน้ากระจก โดยใช้ความเด่นเชิงการมอง และ PHOG

กระบวนการ	TP	FP	FN	ความเที่ยง (%)	การเรียกกลับ (%)
ความเด่น	98	77	2	56.00	98.00
ความเด่นและ PHOG	97	3	3	97.00	97.00

ตารางที่ 4.5 อัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระจกที่ได้โดยมนุษย์กำหนดและจากการอ้างอิง จากป้ายทะเบียนและจากการใช้ความเด่นเชิงการมอง

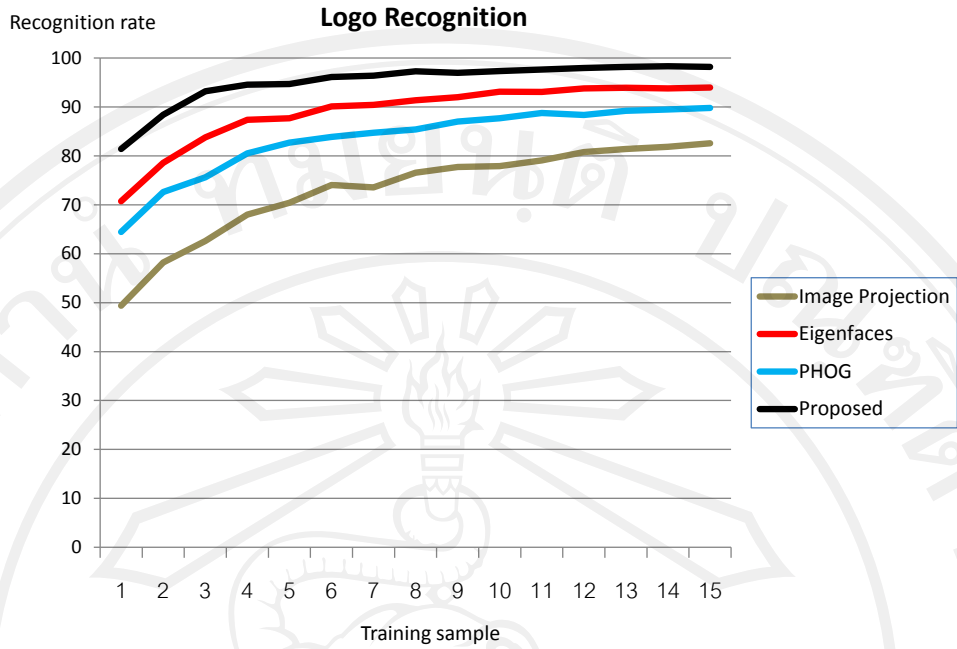
ข้อมูล ฝึกสอน	อัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์เฉลี่ยโดยใช้หน้ากระจก		
	การรู้จำแบบกึ่งอัตโนมัติ (ระบุตำแหน่งด้วยมนุษย์)	การรู้จำแบบอัตโนมัติ (ระบุตำแหน่งโดยอาศัย ป้ายทะเบียน)	การรู้จำแบบอัตโนมัติ (ระบุตำแหน่งโดยอาศัย ความเด่นเชิงการมอง)
1	66.70	58.00	56.10
2	78.20	75.40	70.60
3	84.40	80.40	75.60
4	88.15	84.25	81.00
5	90.05	87.20	83.20
6	92.70	90.40	85.50
7	92.10	92.70	88.70
8	93.60	92.50	89.40
9	95.80	93.00	89.80
10	95.95	93.00	88.70
11	96.15	93.05	90.80
12	95.50	94.20	93.00
13	95.35	93.90	91.80
14	96.20	95.15	91.70
15	96.70	95.60	92.50

ตารางที่ 4.6 ตราสัญลักษณ์รถยนต์ที่นำมาใช้ในการทดลอง

ลำดับที่	ยี่ห้อ
1	Romeo
2	Audi
3	BMW
4	Citroen
5	Fiat
6	Peugeot
7	Renault
8	Seat
9	Toyota
10	Volkswagen



ภาพที่ 4.7 ตราสัญลักษณ์รถยนต์



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์รถยนต์ของคุณลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 4.7 อัตราการรู้จำตราสัญลักษณ์รถยนต์จากการสกัดคุณลักษณะวิธีต่างๆ โดยใช้ 5 รูปภาพ
ตราสัญลักษณ์ของแต่ละรุ่นในการฝึกสอน

วิธีการ	อัตราการรู้จำ (%) (5 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกฝนในแต่ละคลาส)
Image Projection	70.44
SIFT [9]	80.20
Eigenfaces [4]	87.68
PHOG [5]	82.72
Proposed	94.68

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การทำนายตราสัญลักษณ์รถยนต์โดยใช้คุณลักษณะที่สกัดจากไอเคนเฟซและ PHOG (5 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกสอนในแต่ละคลาส)

		ผลการรู้จำของระบบ									
		Romeo	Audi	BMW	Citroen	Fiat	Peugeot	Renault	Seat	Toyota	Volkswagen
ยี่ห้อของ รถยนต์ที่ นำมา ทดสอบ	Romeo	46	0	0	0	1	0	0	0	3	0
	Audi	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
	BMW	5	0	43	0	1	0	0	0	1	0
	Citroen	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0
	Fiat	1	0	0	0	49	0	0	0	0	0
	Peugeot	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0
	Renault	1	0	1	0	0	0	48	0	0	0
	Seat	0	0	0	0	0	0	0	49	1	0
	Toyota	1	0	1	0	0	0	0	0	48	0
	Volkswagen	2	0	0	0	0	0	0	0	0	48

4.4.1.2 ผลการทดลอง

ภาพที่ 4.8 ได้แสดงกราฟการเปรียบเทียบอัตราการเรียนรู้จากการสกัดคุณลักษณะวิธีต่างๆซึ่งแปรเปลี่ยนตามจำนวนการฝึกสอนโดยที่แกนแนวนอนของกราฟคือจำนวนการฝึกสอน แกนแนวตั้งคืออัตราการเรียนรู้ จากกราฟแสดงให้เห็นว่าอัตราการเรียนรู้ตราสัญลักษณ์จากการสกัดคุณลักษณะจากไอเคนเฟซและPHOG มีอัตราการเรียนรู้ที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับการสกัดวิธีอื่นๆในกราฟ อัตราการเรียนรู้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกและจะค่อยเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ เมื่อข้อมูลฝึกสอน 4 ข้อมูลเป็นต้นไปซึ่งได้แสดงอัตราการเรียนรู้สำหรับการฝึกสอน 5 ข้อมูลในตารางที่ 4.7 โดยจะสังเกตได้ว่าอัตราการเรียนรู้ของคุณลักษณะที่ได้จากไอเคนเฟซและ PHOG สูงถึง 94% นอกจากนี้ตารางที่ 4.8 ยังได้แสดงผลการทำนายในแต่ละสัญลักษณ์ผู้ผลิตซึ่งใช้ข้อมูลฝึกสอน 5 ข้อมูลโดยใช้การสกัดคุณลักษณะไอเคนเฟซและ PHOG จากการสังเกตผลลัพธ์ในการทำนายพบว่ารถจำแนกยี่ห้อ BMW กับ Romeo ยังมีข้อผิดพลาดในการจำแนกเนื่องจากมีลักษณะรูปร่างเป็นวงกลมเหมือนกันทำให้จำแนกได้ผิดพลาด

ตารางที่ 4.9 รุ่นรถยนต์ที่นำมาทดลอง

ลำดับที่	รุ่นรถยนต์และปีที่ผลิต
1	Honda City 2011
2	Honda Civic 2012
3	Honda Civic 2013
4	Honda Accord 2005
5	Honda Jazz 2011
6	Honda Pilot 2009
7	Honda Amaze
8	Honda Pilot 2012
9	Toyota
10	Volkswagen
11	Honda SX 2000
12	Honda CRV 2008
13	Chevy Cruze
14	Mitsubishi Lancer EX
15	Mazda2



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างหน้ากระบังสำหรับการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำ

4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำรุ่นของรถยนต์

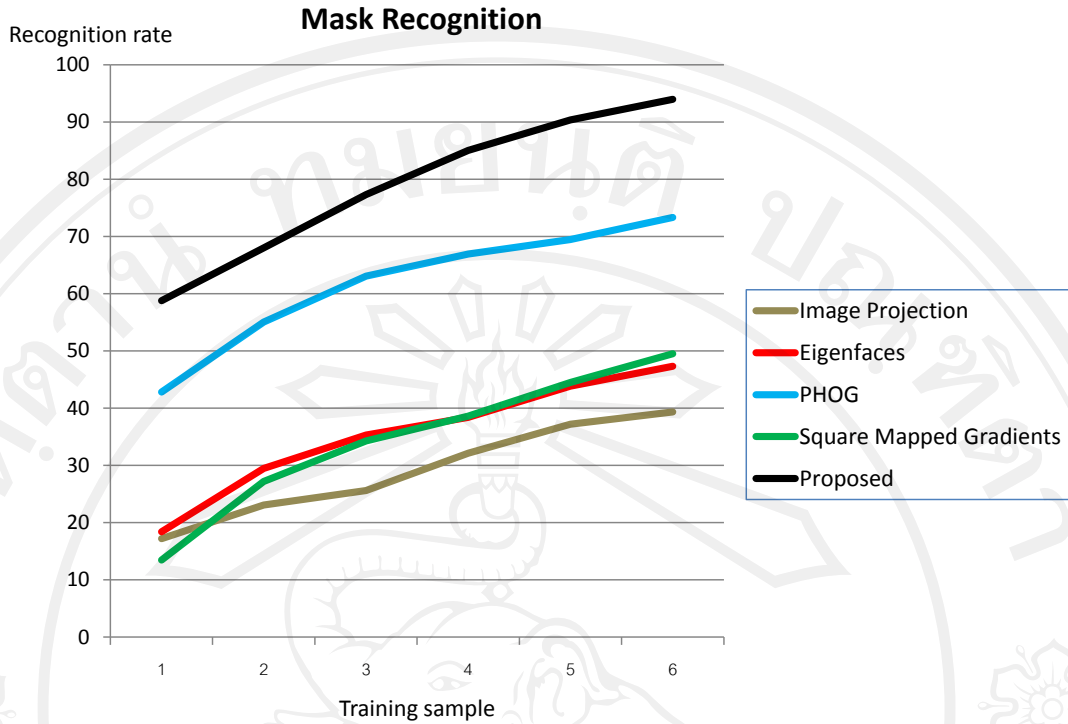
4.4.2.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

ข้อมูลหน้ากระบังในการทดลองนี้ถูกระบุจากรูปภาพรถยนต์หน้าตรงโดยมนุษย์ซึ่งเก็บมาจากบริการเสิร์จเอนจินจำนวน 240 รูป โดยแบ่งออกเป็น 15 รุ่น รุ่นละ 21 รูป และทำการแบ่งออกเป็น 2 ชุดข้อมูลก็คือ ชุดข้อมูลสำหรับการฝึกและสำหรับทดสอบ ชุดข้อมูลสำหรับการฝึกประกอบไปด้วย 15 รุ่น รุ่นละ 6 รูป และชุดข้อมูลสำหรับการทดสอบประกอบไปด้วย 15 รุ่น รุ่นละ 10 รูป รุ่นรถยนต์และตัวอย่างรูปภาพหน้ากระบังรถยนต์ในการทดลองได้แสดงในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.9 ตามลำดับ

ในการทดลองได้ทำการทดลองอัตราการเรียนรู้ของคุณลักษณะไอเคนเฟซและ PHOG โดยทำการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะอื่นๆ ซึ่งสามารถดูได้จากรูปที่ 4.10 วิธีการทดลองโดยทำการสุ่มชุดข้อมูลฝึกตามจำนวนข้อมูลที่ต้องการฝึกสอนในแต่ละรุ่นเพื่อนำไปสร้างกราฟอัตราการเรียนรู้โดยแปรผันตามจำนวนการฝึกสอน จากนั้นนำข้อมูลฝึกสอนที่สุ่มมาแล้วและข้อมูลทดสอบไปทำการสกัดคุณลักษณะในแต่ละวิธี เมื่อได้คุณลักษณะของข้อมูลแล้วได้ทำการจำแนกรุ่นรถยนต์ของข้อมูลทดสอบโดยเครื่องมือจำแนก k-NN แล้วทำการคำนวณหาอัตราการเรียนรู้ ทำการทดลองซ้ำจำนวน 10 รอบและคำนวณหาค่าเฉลี่ยอัตราการเรียนรู้และนำไปสร้างกราฟต่อไป

4.4.2.2 ผลการทดลอง

ภาพที่ 4.10 ได้แสดงกราฟการเปรียบเทียบอัตราการเรียนรู้ของคุณลักษณะไอเคนเฟซและ PHOG กับคุณลักษณะอื่นๆ โดยที่แกนแนวนอนคือจำนวนการฝึกสอนและแกนแนวตั้งคืออัตราการเรียนรู้ จากกราฟแสดงให้เห็นว่าอัตราการเรียนรู้ของคุณลักษณะที่ได้จากการสกัดไอเคนเฟซและ PHOG ซึ่งแสดงเป็นเส้นสีดำนี้อัตราการเรียนรู้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีอื่น โดยได้แสดงอัตราการเรียนรู้เมื่อใช้ 6 ข้อมูลในการฝึกในแต่ละวิธีดังในตารางที่ 4.10 ซึ่งอัตราการเรียนรู้ของการสกัดคุณลักษณะที่นำเสนอมีอัตราการเรียนรู้สูงถึง 94% โดยที่ตารางที่ 4.11 ได้แสดงผลลัพธ์การทำนายในแต่ละรุ่นของหน้ากระบังซึ่งใช้คุณลักษณะที่นำเสนอและ 6 ข้อมูลในการฝึก ตารางที่ 4.12 คือรุ่นของหน้ากระบังในการทดลองของตารางผลการทดลองที่ 4.11 โดยสังเกตตารางที่ 4.11 พบว่าการจำแนกหน้ากระบังรถยนต์ Mazda 3 กับ Honda SX 2000 ยังคงมีการจำแนกที่ยังผิดพลาดอยู่มากกว่ารุ่นๆอื่นเนื่องจากเมื่อสังเกตรูปร่างของ Mazda 3 กับ Honda SX 2000 จะสังเกตเห็นได้ว่าหน้ากระบังทั้งสองรุ่นนี้มีรูปร่างหน้าตาที่เหมือนกัน



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำรุ่นรถยนต์โดยใช้หน้ากระบังรถยนต์ของ
คุณลักษณะต่างๆ

ตารางที่ 4.10 อัตราการรู้จำหน้ากระบังรถยนต์จากการสกัดคุณลักษณะวิธีต่างๆ

วิธีการ	อัตราการรู้จำ (%) (6 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกฝนในแต่ละคลาส)
Image Projection	39.33
SIFT [2]	41.33
Eigenfaces [4]	47.33
Square Mapped Gradient [3]	49.53
PHOG [5]	73.33
Proposed	94.00

ตารางที่ 4.11 ผลลัพธ์การทำนายรุ่นรถยนต์โดยไอเคนเฟซและ PHOG (6 ตัวอย่างสำหรับชุดข้อมูลฝึกสอนในแต่ละคลาส)

		ผลการรู้จำของระบบ														
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	CC	ML	M2	M3	CS
รุ่นของรถยนต์ที่นำไปทดสอบ	H1	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H2	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H3	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H4	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H5	0	0	0	0	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	H6	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	H7	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	H8	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
	H9	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	2	0
	H10	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0
	CC	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0
	ML	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
	M2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
CS	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	

ตารางที่ 4.12 รุ่นของรถยนต์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำ

ลำดับ	ชื่อย่อ	รุ่น	ลำดับ	ชื่อย่อ	รุ่น
1	H1	Honda City 2011	9	H9	Honda SX 2000
2	H2	Honda Civic 2012	10	H10	Honda CRV 2008
3	H3	Honda Civic 2013	11	CC	Chevy Cruze
4	H4	Honda Accord 2005	12	ML	Mitsubishi Lancer EX
5	H5	Honda Jazz 2011	13	M2	Mazda2
6	H6	Honda Pilot 2009	14	M3	Mazda3
7	H7	Honda Amaze	15	CS	Chevy Sonic
8	H8	Honda Pilot2012			

4.5 การทดสอบประสิทธิภาพในการค้นคืนรูปภาพรถยนต์ของระบบการสืบค้นข้อมูลรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวิทัศน์

4.5.1 การเตรียมข้อมูลและรายละเอียดการทดลอง

ในการทดลองนี้จะเป็นการจำลองฐานข้อมูลรูปภาพรถยนต์ที่มีจำนวน 550 รูปรถยนต์ซึ่งถ่ายจากด้านหน้าที่ผู้ทดลองไปถ่ายและเก็บรวบรวมจากอินเทอร์เน็ต ภาพทดสอบประกอบไปด้วยภาพรถยนต์หลากหลายรุ่นดังแสดงในภาพที่ 4.11 ในการทดสอบการค้นหารุ่นรถยนต์ที่ต้องการได้ทำการทดสอบ 15 รุ่น โดยที่รุ่นรถยนต์ที่ต้องการหาและจำนวนรูปรถยนต์รุ่นที่ต้องการค้นหาที่อยู่ในฐานข้อมูลทดสอบแสดงในตารางที่ 4.13 ส่วนข้อมูลในการฝึกสอนประกอบไปด้วยรูปภาพรถยนต์จำนวน 15 รุ่น ซึ่งเป็นเดียวกับรุ่นที่ต้องการค้นหา โดยที่ชุดข้อมูลฝึกสอนในแต่ละรุ่นจะถูกเก็บมาจาก 15 รูปแรกที่ได้จากเว็บไซต์ของรถมือสองในแต่ละรุ่น

ในการทดลอง รูปภาพฝึกสอนทั้งหมดจะถูกผ่านกระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนการระบุตำแหน่งหน้ากระจก โดยอ้างอิงป้ายทะเบียนและเก็บรวบรวมหน้ากระจกที่ได้เป็นชุดข้อมูลฝึกสอนที่ 1 เพื่อใช้กับตัวจำแนกสำหรับภาพทดสอบที่สามารถหาป้ายทะเบียนได้ นอกจากนี้ให้นำรูปภาพฝึกสอนทั้งหมดไปผ่านกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระจก โดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG และรวบรวมหน้ากระจกที่ได้ให้เป็นชุดข้อมูลฝึกสอนที่ 2 เพื่อที่จะนำไปใช้ในการจำแนกสำหรับภาพทดสอบที่ไม่สามารถหาป้ายทะเบียนได้

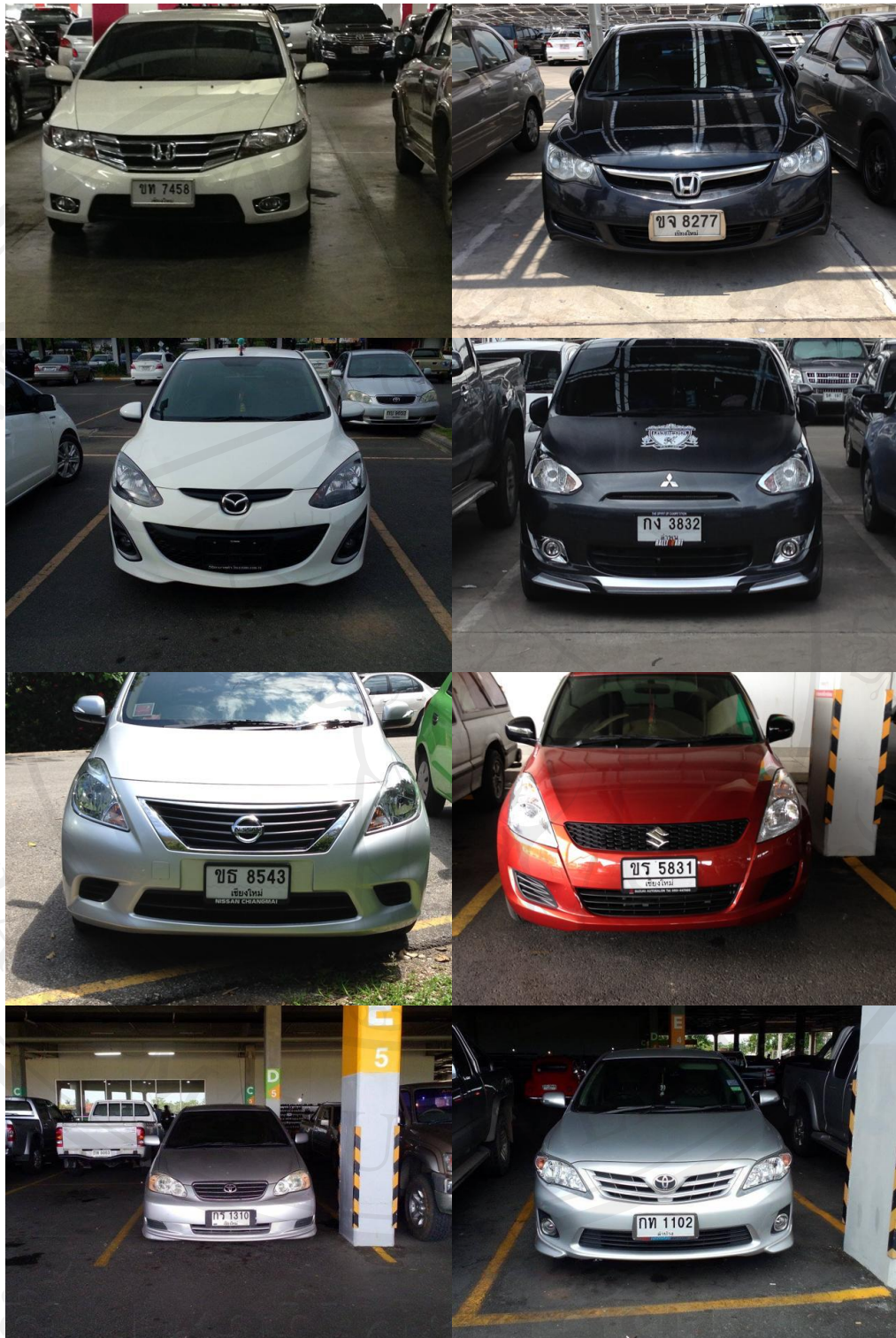
ในการทดสอบระบบจะนำข้อมูลทดสอบทั้งหมดไปทำการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนและระบุตำแหน่งหน้ากระจก โดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียน เมื่อได้หน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนแล้ว ระบบจะทำการหาอัตราส่วนของระยะทางที่สั้นที่สุดของข้อมูลฝึกสอนที่ไม่ใช่รุ่นเดียวกับรุ่นที่ต้องการค้นหากับข้อมูลทดสอบกับระยะทางที่สั้นที่สุดของข้อมูลฝึกสอนที่เป็นรุ่นเดียวกับรุ่นที่ต้องการค้นหา ถ้าอัตราส่วนนี้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าขีดแบ่งระบบจะทำนายภาพทดสอบเป็นรุ่นเดียวกับที่ต้องการค้นหา ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราส่วนมีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่งระบบจะทำนายภาพทดสอบนั้นไม่ใช่รุ่นเดียวกับที่ต้องการค้นหา ในกรณีที่ภาพทดสอบค้นหาป้ายทะเบียนไม่พบ ภาพทดสอบนั้นจะถูกส่งไปกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระจก โดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG และทำการหาอัตราส่วนและทำนายเพื่อจำแนกภาพทดสอบนั้นเหมือนกับในกรณีที่ภาพทดสอบสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้

เนื่องจากในระบบสืบค้นรถยนต์ได้มีการใช้ค่าขีดแบ่งเพื่อทำนายรถยนต์ ผู้วิจัยจึงทำการวาดกราฟลักษณะการดำเนินงาน (Receiver Operating Characteristic ; ROC) เพื่อหาจุดตัด (Cut-off Point) หรือค่าขีดแบ่งที่เหมาะสมซึ่งในการเลือกค่าขีดแบ่งที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ในแอปพลิเคชันนั้นๆ กราฟ ROC ของระบบการสืบค้นรถยนต์ได้แสดงในภาพที่ 4.12

โดยที่แกนแนวดิ่งคือค่าความไว (Sensitivity) ส่วนแกนแนวนอนคือค่าตกหล่น (Fall-out) และจากตารางที่ 4.15 และ 4.16 ได้แสดงตัวอย่างผลการสืบค้นรุ่นรถยนต์โดยใช้ค่าขีดแบ่ง 1.1

ตารางที่ 4.13 รุ่นรถยนต์และจำนวนข้อมูลทดสอบที่ต้องการสืบค้น

รุ่นที่	รุ่นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้น	ชื่อย่อ	จำนวนภาพที่ปรากฏในชุดข้อมูลทดสอบ
1	Toyota Vios 2011	T1	19
2	Toyota Vios 2013	T2	10
3	Honda City 2011	H1	73
4	Honda Civic 2008	H2	54
5	Mazda 2 2010	Z1	18
6	Toyota Yaris 2012	T3	3
7	Toyota Corolla 2007	T4	11
8	Toyota Corolla 2008	T5	6
9	Toyota Yaris 2006	T6	40
10	Toyota Yaris 2009	T7	5
11	Mitsubishi Mirage 2012	M1	4
12	Nissan Almera 2012	N1	12
13	Suzuki Swift 2013	S1	6
14	Toyota Vios 2006	T8	11
15	Toyota Vios 2008	T9	9
รวมทั้งหมด			281

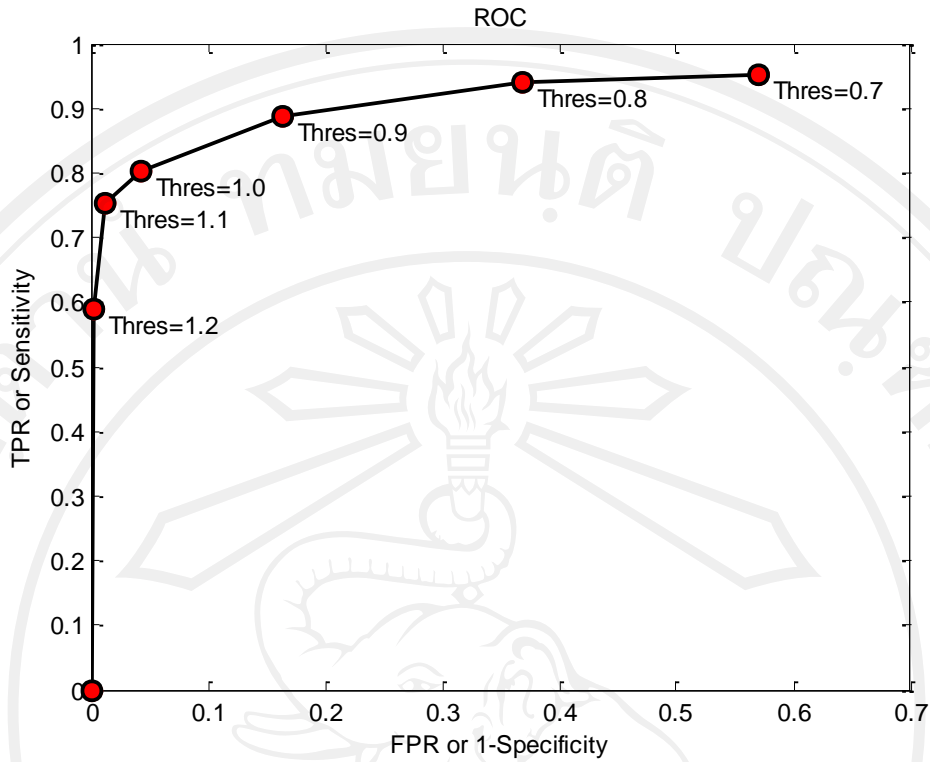


ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบในการทดสอบการสืบค้นรถยนต์



ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างข้อมูลทดสอบในการทดสอบการสืบค้นรถยนต์ (ต่อ)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 4.12 กราฟ ROC ของอัลกอริทึมการสืบค้นข้อมูลร่นรถยนต์

4.5.2 ผลการทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบทั้งหมด 15 รุ่น รูปทดสอบที่ใช้ในการสืบค้นมีจำนวนทั้งหมด 550 รูป ซึ่งแบ่งออกเป็นรุ่นที่ต้องการสืบค้นรวม 281 รูปและรุ่นอื่นๆ อีก 269 รูป หลังจากนั้นระบบจะทำการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนผลปรากฏว่ามีรูปจำนวน 485 รูปสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน โดยแบ่งออกเป็นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้น 253 รูปและรถยนต์ที่ไม่ต้องการสืบค้น 232 รูป ส่วนรูปภาพที่ระบบไม่สามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้มีจำนวน 65 รูป โดยแบ่งออกเป็นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้น 29 รูปและรถยนต์ที่ไม่ต้องการสืบค้น 36 รูป จำนวนรถยนต์แต่ละรุ่นที่ต้องการสืบค้นที่ระบบสามารถระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนได้และไม่สามารถระบุได้สามารถดูได้จากตารางที่ 4.14

หลังจากระบบทำการสืบค้นรุ่นรถยนต์ที่ต้องการแล้วผลปรากฏว่าจำนวนข้อมูลที่ต้องการสืบค้นที่ซึ่งระบบสามารถสืบค้นได้ถูกต้องมีจำนวนทั้งหมด 190 รูปแบ่งออกเป็นข้อมูลที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียน 182 รูป และข้อมูลที่ได้จากการใช้ความเด่นการมองมีจำนวน 8 รูป จำนวนข้อมูลในแต่ละรุ่นที่ระบบสามารถสืบค้นได้ถูกต้องสามารถดูได้ในตารางที่ 4.15 นอกจากนี้ในตารางที่ 4.16 ยังได้แสดงประสิทธิภาพของระบบในการสืบค้นข้อมูล โดยใช้ค่าขีดแบ่ง 1.12 โดย

รายละเอียดของผลในการจำแนกรูปแต่ละรูปได้แสดงในตารางที่ 4.17 ผลปรากฏว่าค่าเฉลี่ยของอัตราความเที่ยงเท่ากับ 75.45% ค่าเฉลี่ยของอัตราการเรียกกลับเท่ากับ 70.83% และค่าเฉลี่ยความแม่นยำเท่ากับ 98.21% จากผลการทดลองนี้จะสังเกตเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการสืบค้นรถยนต์ต่ำกว่าการรู้จำในการทดลองในตารางที่ 4.5 และ 4.10 เนื่องจากในการทดลองนี้รูปที่นำมาทดสอบนอกจากจะมีรูปรถยนต์ 15 รุ่นที่ต้องการค้นหาแล้วยังมีรูปรถยนต์รุ่นอื่นๆ เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งเท่าตัวจึงทำให้รูปที่นำมาทดสอบนั้นมีความหลากหลายกว่าในการทดลองก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ภาพหน้ากระจังที่ตัดมาได้มีภาพพื้นหลังติดมาในภาพหน้ากระจังด้วย เนื่องจากตามสมมติฐานในการปรับขอบหน้ากระจัง ขอบแนวตั้งของหน้ากระจังถูกคาดหวังไว้สำหรับแยกระหว่างหน้ากระจังกับพื้นหลังและบางส่วนของพื้นหลังไม่ควรมีขอบเข้มแต่ภาพทดสอบบางภาพมีพื้นหลังที่ขอบเข้มจึงทำให้ภาพหน้ากระจังมีพื้นหลังติดมาด้วยซึ่งก็จะทำให้ได้คุณลักษณะที่ผิดเพี้ยนไปเช่นกันดังเช่นตัวอย่างภาพที่ 4.13 คือกรณีในการสืบค้นรถยนต์ Honda City 2011 ภาพทางด้านซ้ายมือคือภาพที่ระบบนำไปฝึกสอนให้ระบบซึ่งภาพเหล่านี้ถูกดึงมาจากอินเทอร์เน็ต ส่วนภาพตรงกลางและภาพด้านขวาคือภาพทดสอบแต่ละต่างกันว่าภาพหน้ากระจังตรงกลางคือระบบทำการระบุตำแหน่งหน้ากระจังโดยไม่มีพื้นหลังติดมาด้วยและระบบทำการจำแนกได้ถูกต้อง ส่วนภาพหน้ากระจังด้านขวา คือภาพที่ระบบระบุตำแหน่งหน้ากระจังโดยที่มีพื้นหลังติดมาด้วยและเมื่อนำไปสืบค้นผลปรากฏว่าระบบจำแนกรุ่นได้ผิด นอกจากนี้ยังได้แสดงตัวอย่างภาพหน้ากระจังของรถยนต์ที่ต้องการสืบค้นในงานวิจัยนี้ซึ่งระบบระบุตำแหน่งหน้ากระจังโดยที่มีพื้นหลังติดมาด้วยและระบบทำการจำแนกผิดดังในภาพที่ 4.14



ภาพฝึกสอน

หน้ากระจังที่ระบบระบุตำแหน่งและจำแนกได้ถูกต้อง

หน้ากระจังที่ระบบระบุตำแหน่งและจำแนกผิด

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างภาพฝึกสอน ภาพหน้ากระจังที่ระบบระบุได้ซึ่งจำแนกถูกและผิด



ภาพที่ 4.14 ภาพหน้ากระจังที่มีพื้นหลังติดอยู่ในภาพ

ตารางที่ 4.14 แสดงจำนวนรถยนต์แต่ละรุ่นในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน

รุ่นที่	รุ่นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้น	จำนวนข้อมูลในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน	
		ระบุตำแหน่งได้	ระบุตำแหน่งไม่ได้
1	Toyota Vios 2011	16	3
2	Toyota Vios 2013	9	1
3	Honda City 2011	66	7
4	Honda Civic 2008	52	3
5	Mazda 2 2010	15	3
6	Toyota Yaris 2012	2	1
7	Toyota Corolla 2007	10	1
8	Toyota Corolla 2008	3	3
9	Toyota Yaris 2006	39	1
10	Toyota Yaris 2009	2	3
11	Mitsubishi Mirage 2012	4	0
12	Nissan Almera 2012	11	1
13	Suzuki Swift 2013	6	0
14	Toyota Vios 2006	9	2
15	Toyota Vios 2008	9	0
รวมทั้งหมด		253	29

ตารางที่ 4.15 จำนวนข้อมูลที่ระบบสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง

รุ่นที่	รุ่นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้น	จำนวนข้อมูลที่ระบบสืบค้นข้อมูลได้ถูกต้อง	
		ป้ายทะเบียน	ความเด่นเชิงการมอง
1	Toyota Vios 2011	15	0
2	Toyota Vios 2013	7	0
3	Honda City 2011	37	2
4	Honda Civic 2008	42	1
5	Mazda 2 2010	12	1
6	Toyota Yaris 2012	1	0
7	Toyota Corolla 2007	10	0
8	Toyota Corolla 2008	2	1
9	Toyota Yaris 2006	20	1
10	Toyota Yaris 2009	1	1
11	Mitsubishi Mirage 2012	4	0
12	Nissan Almera 2012	10	0
13	Suzuki Swift 2013	6	0
14	Toyota Vios 2006	8	1
15	Toyota Vios 2008	7	0
	รวมทั้งหมด	182	8

ตารางที่ 4.16 ประสิทธิภาพรวมของระบบสืบค้นข้อมูลรถยนต์

รุ่น	ค้นพบ (TP+FP)	TP	TN	FN	ความเที่ยง (%)	อัตราเรียก กลับ (%)	ความ แม่นยำ (%)
Toyota Vios 2011	20	15	526	4	75.00	78.95	98.36
Toyota Vios 2013	9	7	538	3	77.78	70.00	99.09
Honda City 2011	47	39	469	34	82.98	53.42	92.36
Honda Civic 2008	50	43	488	12	86.00	78.18	96.55
Mazda 2 2010	13	13	532	5	100.00	72.22	99.09
Toyota Yaris 2012	5	1	543	2	20.00	33.33	98.90
Toyota Corolla 2007	12	10	537	1	83.33	90.91	99.45
Toyota Corolla 2008	8	3	539	3	37.50	50.00	98.55
Toyota Yaris 2006	23	21	508	19	91.30	52.50	96.18
Toyota Yaris 2009	2	2	545	3	100.00	40.00	99.45
Mitsubishi Mirage 2012	4	4	546	0	100.00	100.00	100.00
Nissan Almera 2012	13	10	535	2	76.92	83.33	99.09
Suzuki Swift 2013	7	6	543	0	85.71	100.00	99.82
Toyota Vios 2006	24	9	524	2	37.50	81.82	96.91
Toyota Vios 2008	9	7	539	2	77.78	77.78	99.27
ค่าเฉลี่ย					75.45	70.83	98.21

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
1	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	T1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	T1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	T2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	T2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	T2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	T2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
35	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	H1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
52	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	H1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
69	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
72	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	H1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	H1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
92	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
93	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	H1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
103	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
104	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
105	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
108	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
116	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
118	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
132	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
137	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
145	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
146	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
149	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
153	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	H2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
156	Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
157	Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
158	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
161	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
165	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
166	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
169	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
171	Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	Z1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
174	Z1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
175	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	T3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
177	T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
179	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
180	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
181	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
182	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
183	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
184	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
185	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
186	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
187	T4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
188	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
189	T5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
190	T5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
191	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
193	T5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
194	T5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
196	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
197	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
198	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
199	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
200	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
201	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
202	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
203	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
204	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
205	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
206	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
207	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
209	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
211	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
212	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
213	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
214	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
215	T6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
216	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
217	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
218	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
219	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
221	T6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
222	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
223	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
224	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
225	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
226	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
227	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
228	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
229	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
230	T6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
231	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
232	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
233	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
234	T6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
235	T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
236	T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
237	T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
238	T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
239	T7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
240	M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
241	M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
242	M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
243	M1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
244	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
245	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
246	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
247	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
248	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
249	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
250	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
251	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
252	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
253	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
254	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
255	N1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
256	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
257	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
258	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
259	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
260	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
261	S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
262	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
263	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
264	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
265	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
266	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
267	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
268	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
269	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
270	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
271	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
272	T8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
273	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
274	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
276	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
277	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
278	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
279	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
280	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
281	T9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
282	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
283	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
284	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
285	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
286	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
287	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
288	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
289	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
290	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
291	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
292	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
293	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
294	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
295	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
296	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
297	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
298	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
299	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
300	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
301	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
302	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
303	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
304	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
305	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
306	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
307	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
308	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
309	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
310	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
311	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
312	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
313	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
314	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
315	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
316	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
317	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
318	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
319	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
320	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
321	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
322	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
323	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
324	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
325	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
326	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
327	O1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
328	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
329	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
330	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
331	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
332	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
333	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
334	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
335	O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
336	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
337	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
338	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
339	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
340	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
341	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
342	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
343	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
344	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
345	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
346	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
347	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
348	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
349	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
350	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
351	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
352	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
353	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
354	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
355	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
356	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
357	O1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
358	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
359	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
360	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
361	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
362	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
363	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
364	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
365	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
366	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
367	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
368	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
369	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
370	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
371	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
372	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
373	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
374	O1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
375	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
376	O1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
377	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
378	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
379	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
380	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
381	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
382	O1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
383	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
384	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
385	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
386	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
387	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
388	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
389	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
390	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
391	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
392	O1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
393	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
394	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
395	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
396	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
397	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
398	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
399	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
400	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
401	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
402	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
403	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
404	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
407	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
408	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
409	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
410	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
411	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
412	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
413	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
414	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
415	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
416	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
417	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
418	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
419	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
420	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
421	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
422	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
423	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
424	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
425	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
426	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
427	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
428	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
429	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
430	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
431	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
432	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
433	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
434	O1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
435	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
436	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
437	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
438	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
439	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
440	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
441	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
442	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
443	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
444	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
445	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
446	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
447	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
448	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
449	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
450	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
451	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
452	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
453	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
454	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
455	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
456	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
457	O1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
458	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
459	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
460	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
461	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
462	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
463	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
464	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
465	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
466	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
467	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
468	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
469	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
470	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
471	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
472	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
473	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
474	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
475	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
476	O1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
477	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
478	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
479	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
480	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
481	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
482	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
483	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
484	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
485	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
486	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
487	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
488	O1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
489	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
490	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
491	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
492	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
493	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
494	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
495	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
496	O1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
497	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
498	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
499	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
501	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
502	O1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
503	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
504	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
505	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
506	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
507	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
508	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
509	O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
510	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
511	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
512	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
513	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
514	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
515	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
516	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
517	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
518	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
519	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
520	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
521	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
522	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
523	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
524	O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
525	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
526	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
527	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
528	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
529	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
530	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
531	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
532	O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
533	O1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
534	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
535	O1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
536	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
537	O1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
538	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
539	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
540	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
541	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
542	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
543	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
544	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.17 ผลการจำแนกรุ่นรถยนต์ของระบบสืบค้นข้อมูล (ต่อ)

ภาพ ที่	คลาส	คำค้นหา														
		T1	T2	H1	H2	Z1	T3	T4	T5	T6	T7	M1	N1	S1	T8	T9
545	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
546	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
547	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
548	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
549	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
550	O1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.6 สรุปผลการทดลอง

ในการวิจัยระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์โดยใช้ไอเคนเฟซและพีระมิดฮิสโทแกรมของทิศทางเกรเดียนต์ได้ทำการแบ่งการทดลองออกเป็น 5 การทดลองคือ

- 1) การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนบนพื้นฐาน MSER
- 2) การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระบังรถยนต์โดยวิธีอ้างอิงจากตัวอักษรและป้ายทะเบียนรถยนต์
- 3) การทดสอบประสิทธิภาพสำหรับการค้นหาหน้ากระบังโดยใช้การหาความเด่นเชิงการมองและ PHOG
- 4) การทดสอบประสิทธิภาพการรู้จำด้วยไอเคนเฟซและ PHOG
- 5) การทดสอบประสิทธิภาพในการค้นคืนรูปภาพรถยนต์ของระบบการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์บนพื้นฐานอินเทอร์เน็ตวิทัศน์ที่ได้นำเสนอ

จากการทดลองประสิทธิภาพสำหรับการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียน ผลปรากฏว่าอัตราความเที่ยงเฉลี่ยในการระบุตำแหน่งป้ายทะเบียนมีความเที่ยงสูงถึง 91.76% และมีอัตราเรียกกลับที่สูงอีกเช่นเดียวกันคือ 96.68% และมีความแม่นยำเฉลี่ยเท่ากับ 94.08%

ส่วนประสิทธิภาพของกระบวนการระบุตำแหน่งหน้ากระบังทั้งสองวิธีนั้น พบว่าการระบุตำแหน่งหน้ากระบังรถยนต์โดยอ้างอิงจากป้ายทะเบียนซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำหน้ากระบังที่ได้จากระบบได้ผลที่ใกล้เคียงกับการระบุตำแหน่งหน้ากระบังซึ่งมนุษย์เป็นคนกำหนด โดยมีความแตกต่างกัน 1.1 % เหตุผลที่อัตราการรู้จำที่อ้างอิงจากป้ายทะเบียนต่ำกว่า

เนื่องจากพื้นที่หน้ากระจกที่ได้จากการระบุนี้บางรูปยังไม่เหมาะสม เช่น มีพื้นหลังของรูปรวมอยู่กับพื้นที่หน้ากระจก สำหรับการระบุตำแหน่งหน้ากระจกรถยนต์โดยใช้ความเด่นเชิงการมองและ PHOG นั้น อัตราความเที่ยงของการระบุตำแหน่งหน้ากระจกด้วยวิธีนี้สูงถึง 97.00% และมีอัตราการเรียกกลับสูงถึง 97.98% แต่เมื่อนำมาทดสอบในการรู้จำพบว่าอัตราการรู้จำของหน้ากระจกที่ได้จากการใช้ความเด่นเชิงการมองมีค่าต่ำกว่าวิธีการระบุตำแหน่งของหน้ากระจกโดยอาศัยป้ายทะเบียน แต่ก็สูงพอในการใช้งานในกรณีที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ หรือตำแหน่งของป้ายทะเบียนไม่เป็นไปตามสมมติฐานของวิธีการระบุตำแหน่งของหน้ากระจกโดยอาศัยป้ายทะเบียน

สำหรับผลการทดลองประสิทธิภาพการรู้จำของคุณลักษณะที่นำเสนอ นั้น ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบอัตราการรู้จำคุณลักษณะที่ได้จากการสกัดไอเคนเฟซและ PHOG กับคุณลักษณะที่ได้จากการสกัดวิธีอื่นโดยทำการทดลองเปรียบเทียบการรู้จำตราสัญลักษณ์ของรถยนต์และรุ่นของรถยนต์ ผลปรากฏว่าอัตราการรู้จำในทั้งสองกรณีนั้น คุณลักษณะไอเคนเฟซและ PHOG ให้อัตราการรู้จำที่มากที่สุดคือ 94.68% สำหรับชุดข้อมูลตราสัญลักษณ์โดยใช้ 5 ข้อมูลในการฝึกสอนและ 94.00% สำหรับชุดข้อมูลหน้ากระจกรถยนต์โดยใช้ 6 ข้อมูลในการฝึกสอน เมื่อเทียบกับการฉายภาพ ไอเคนเฟซ เกรเดียนต์เชิงการส่งกำลังสอง SIFT PHOG โดยการรู้จำที่คิดเขียนที่พบนั้น เนื่องมาจากรูปร่างของตราสัญลักษณ์บางยี่ห้อและหน้ากระจกมีรูปร่างคล้ายกัน เช่น ตราสัญลักษณ์ BMW กับ Romeo ซึ่งทั้งสองยี่ห้อนี้มีลักษณะเป็นวงกลมเหมือนกัน ส่วนหน้ากระจกที่มีความคล้ายกันก็คือ หน้ากระจก Honda SX 2000 กับ Mazda 3 มีลักษณะหน้าตารูปร่างที่คล้ายกันทำให้การรู้จำยังมีคิดเขียนอยู่บ้าง

การทดลองประสิทธิภาพระบบการสืบค้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการสืบค้นรุ่นรถยนต์ที่ต้องการสืบค้นทั้งหมด 15 รุ่น ผลปรากฏว่ามีอัตราความเที่ยงเฉลี่ย 75.45% อัตราการเรียกกลับเฉลี่ย 70.83% และอัตราความแม่นยำเฉลี่ย 98.21% โดยมีการรู้จำที่ยังคิดเขียนอยู่อันเกิดมาจากปัจจัยจากหลายๆ ขั้นตอนก่อนหน้าไม่ว่าจะเป็นการระบุพื้นที่หน้ากระจกที่ได้จากการอ้างอิงป้ายทะเบียนและการใช้ความเด่นเชิงการมองไม่เหมาะสม โดยมีพื้นที่หน้ากระจกนั้นมีพื้นหลังของภาพรวมอยู่ด้วยอีกปัจจัยหนึ่งก็คือรูปที่นำมาทดสอบถูกถ่ายมาจากหลายสถานะแวดล้อมเช่น ถ่ายในที่มืด ดังนั้นทำให้ภาพนั้นไม่ชัดหรือเบลอ ซึ่งปัจจัยทั้งหมดนี้ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลรุ่นรถยนต์