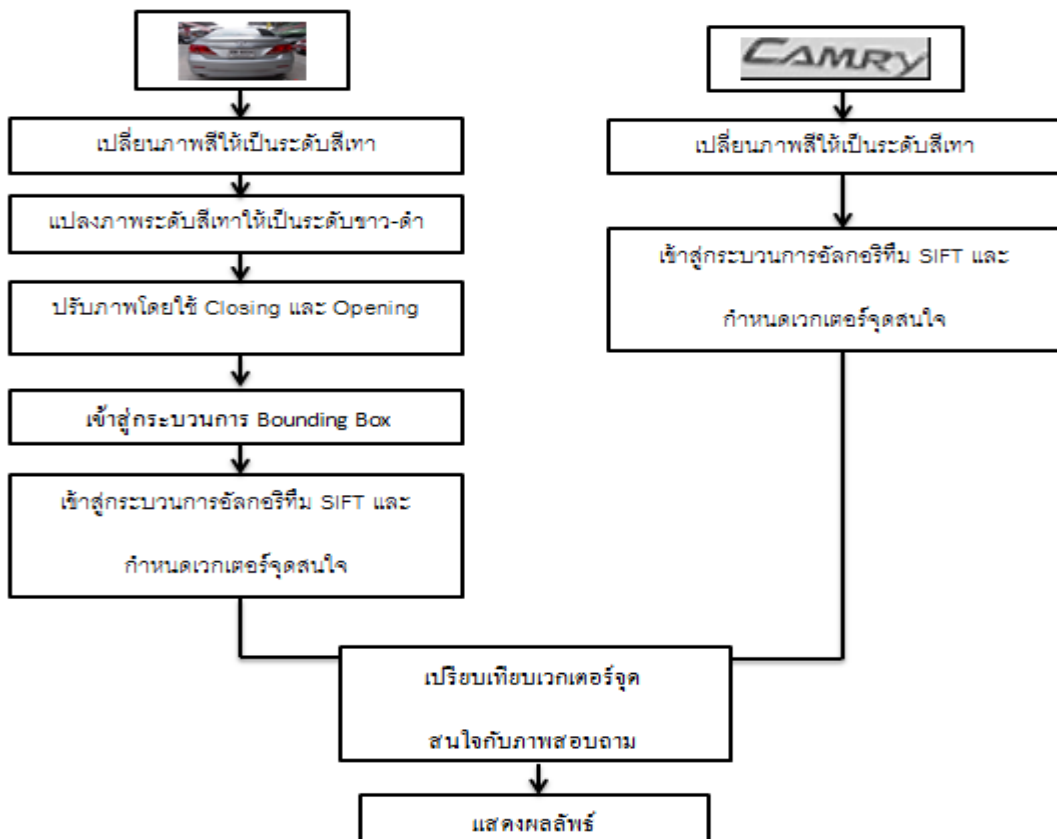


บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

โครงการนี้ได้ศึกษาและพัฒนาโปรแกรมการตรวจจับความโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการ Bounding box ในการตรวจจับโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ร่วมกับการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม Scale invariant feature transform (SIFT) ในการหาจุดสนใจ (Key Point) มาเปรียบเทียบกับรูปภาพ เพื่อระบุว่าเป็นรถยนต์รุ่นใด มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการตรวจโมเดลส่วนท้ายรถยนต์เพื่อนำไปใช้ร่วมกับระบบตรวจจับรถยนต์ต้องสงสัย หรือนำไปประยุกต์เพื่อพัฒนาเป็นระบบความปลอดภัย อื่น ๆ เกี่ยวกับรถยนต์ต่อไปในอนาคต โดยมีกระบวนการสำหรับการตรวจหาโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ที่สำคัญ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม

3.1 ภาพระดับสีเทา (Grayscale Image)

ภาพระดับสีเทาเป็นภาพซึ่งค่าในแต่ละจุดภาพคือค่าความเข้มของสี แต่ ละตำแหน่งของจุดภาพนั้น ซึ่งค่าที่เป็นไปได้ของภาพระดับสีเทาทั้งหมดขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ ตัวอย่างเช่น ภาพระดับสีเทา 8 บิตที่ระดับสีทั้งหมด 256 ระดับ โดยนิยมระบุในช่วง 0-1 หรือ 0-255 แสดงระดับสีเทาดังในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงระดับสีเทา

ภาพระดับสีเทาจะมีการไล่ระดับความอ่อนแก่ของสีซึ่งอยู่ระหว่างสีขาวและสีดำ Halftone Image อย่างต่อเนื่อง โดยที่ค่าแต่ละพิกเซล ของภาพจะหมายถึงความเข้มแสงแต่ละตำแหน่งของพิกเซล ที่อยู่ในรูประดับสีเทา การเปลี่ยนภาพจากระบบสีอาร์จีบี (RGB) เป็นระดับสีเทา (Gray Scale) จะใช้สมการดังนี้ในการเปลี่ยน

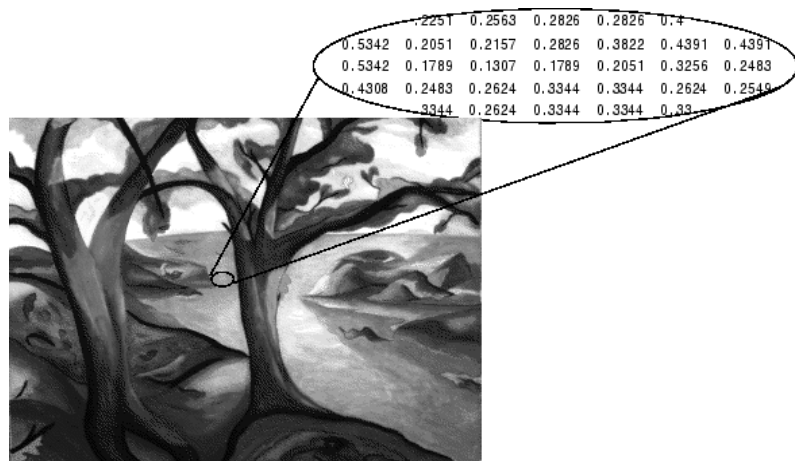
$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B$$

โดย Y แทน ค่าระดับสีเทา ณ จุดพิกเซล ที่เราต้องการหา

R แทน ค่าสีแดง ณ จุด ที่ต้องการหา

G แทน ค่าสีเขียว ณ จุด ที่ต้องการหา

B แทน ค่าสีน้ำเงิน ณ จุด ที่ต้องการหา



รูปที่ 3.3 ภาพระดับสีเทา



Original Image



Gray image

รูปที่ 3.4 การแปลงภาพอาร์จีบีเป็นภาพระดับสีเทา

3.1.1 การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพระดับเทา (RGB to Gray)

ภาพที่รับเข้ามาในขั้นตอนแรกเป็นภาพที่อยู่ในระบบพิกัดสีแบบ RGB ดังนั้นแต่ละพิกัดของภาพจะประกอบด้วยค่าของเซตที่แสดงถึง ค่าของ R ค่าของ G และค่าของ B ระบบจะทำการเปลี่ยนให้เป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale) เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายขึ้นเพราะเมื่อแปลงภาพเป็นระดับสีเทาแล้วจะทำให้แต่ละจุดภาพของภาพจะเหลือเพียงค่าความเข้มของสีมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 เมื่อแปลงจากภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาจะได้ดังรูปที่ 3.5

ตัวอย่างแสดงภาพเปลี่ยนจากสี RGB เป็นภาพระดับสีเทา



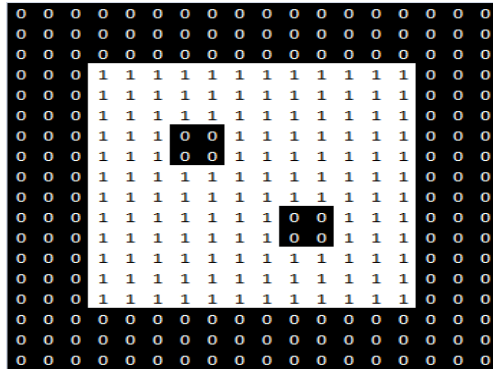
รูปที่ 3.5 ภาพ RGB



รูปที่ 3.6 ภาพ Grayscale

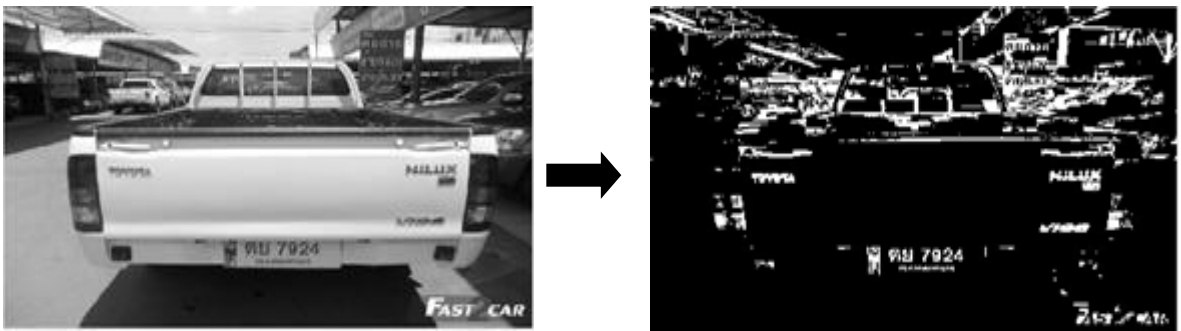
3.2 แปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพขาว-ดำ

หมายถึง ภาพที่ประกอบด้วยสีขาวและสีดำเป็นหลัก ในทางดิจิทัลหมายความว่ามีความถี่เพียง 2 สถานะ คือ 0 และ 1 ถ้าพิกเซลใดมีค่าเป็น 0 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีดำ พิกเซลใดมีค่าเป็น 1 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีขาว การแปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นภาพขาว-ดำ จะต้องกำหนดค่าความเข้มที่ต้องการอ้างอิงหรือ ค่าขีดแบ่ง (Threshold Value) โดยผู้ใช้สามารถกำหนดได้เองหรือใช้อัลกอริทึมในการหาค่า



รูปที่ 3.7 ภาพขาว-ดำ

ตัวอย่างแสดงภาพแปลงภาพระดับสีเทาให้เป็นขาว-ดำ



รูปที่ 3.8 ภาพระดับสีเทาให้เป็นขาว-ดำ

3.3 ปรับภาพโดยใช้ Closing และ Opening

3.3.1 Closing ทำในวิธีตรงข้ามกับ Opening จะเป็นการทำให้ภาพมีการเชื่อมต่อกันมากขึ้นและการทำ Closing จะทำให้พิกเซลของภาพจะถูกปิดเชื่อมต่อกันมากขึ้นดังภาพที่วิธีการทำ Closing คือการทำ Dilation ก่อนจึงทำ Erosion ดังสมการ $A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B$ เรียก B ว่า เป็น Structuring element



รูปที่ 3.9 ปรับภาพโดยใช้ Closing

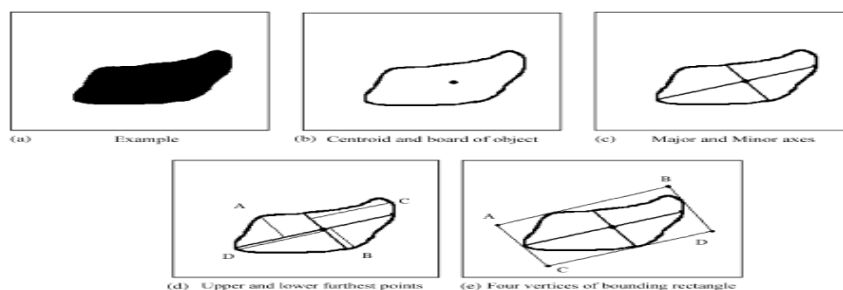
3.3.2 Opening ใช้เพื่อกำจัดรายละเอียดขนาดเล็กของภาพ และการทำ Opening จะทำให้พิกเซลของภาพจะถูกเปิดกว้างมากขึ้นดังภาพที่และวิธีการของ Opening คือการทำ Erosion ก่อน จากนั้นจึงทำ Dilation ดังสมการ $A \ominus B = (A \oplus B) \ominus B$ เรียก B ว่าเป็น Structuring element



รูปที่ 3.10 ปรับภาพโดยใช้ Opening

3.4 กระบวนการ Bounding Box

คือกล่องสี่เหลี่ยมสำหรับปิดล้อมรอบบริเวณนั้นๆ หรือบริเวณที่ถูกกำหนดหมายเลข ซึ่งกล่องสี่เหลี่ยมนี้จะช่วยในการคำนวณจุดศูนย์กลาง พื้นที่ ความยาวแกนเอก-แกนโท จุดพิกัด ฯ ของบริเวณหรือวัตถุในภาพที่สนใจ โดยจากรูปที่ 3.11 จะแสดงแนวความคิดการสร้างกรอบภาพ โดยรูป 3.11(a) คือภาพวัตถุสี่ขาว-ดำ ส่วนในรูปที่ 3.11(b) คือขอบและจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของวัตถุ ต่อจากนั้นจะมีการหาแกนเอกและแกนโทของวัตถุดังรูปที่ 3.11(c) จากนั้นจะมีการหาจุดที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางวัตถุถึงขอบวัตถุที่ยาวที่สุดโดยพิจารณาจากส่วนด้านบนของแกนเอกและส่วนล่างของแกนเอก (A และ B) รวมทั้งการหาจุดที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางวัตถุถึงขอบวัตถุที่ยาวที่สุดโดยพิจารณาจากบริเวณส่วนซ้ายของแกนโทและส่วนขวาของแกนโท (C และ D) สุดท้ายก็จะได้จุดพิกัดในการสร้างกล่องสี่เหลี่ยมในการปิดล้อมวัตถุ (Minimum bounding box) นั้น



รูปที่ 3.11 แนวความคิดการสร้างสี่เหลี่ยมในการปิดล้อมวัตถุ

ตัวอย่างแสดงภาพกระบวนการ Bounding Box



รูปที่ 3.12 กระบวนการ Bounding Box

3.5 กระบวนการอัลกอริทึม Scale invariant feature transform (SIFT) และ การกำหนดจุดสนใจ (Key points)

3.5.1 อัลกอริทึม Scale invariant feature transform (SIFT)

เป็นอัลกอริทึมหนึ่งในคอมพิวเตอร์วิชันสำหรับคำนวณหาจุดสนใจ (Key point) ในรูปภาพหนึ่ง ๆ และคำนวณหาคุณลักษณะของ Key point หนึ่งๆ ที่หาได้ SIFT คือการเอาจุดเด่นในรูปที่ไม่ขึ้นอยู่กับการกำหนดทิศทาง ตำแหน่ง มุมการมอง แสงสว่าง เงา ซึ่งจะทำให้สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบจุดเด่นในรูปอื่นๆ ได้ง่ายและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

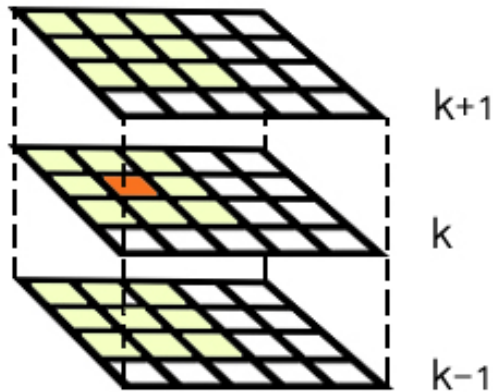


รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึม SIFT

3.5.2 การกำหนดตำแหน่งจุดสนใจ (Key points)

เป็นการหาค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด เพื่อเลือกเป็นจุดสนใจ จุดข้อมูลของภาพจะถูกเปรียบเทียบกับจุดรอบข้างจำนวน 8 จุด และ 9 จุด ในชั้นที่อยู่ติดกัน ตามรูปที่ 3.14 จุดที่

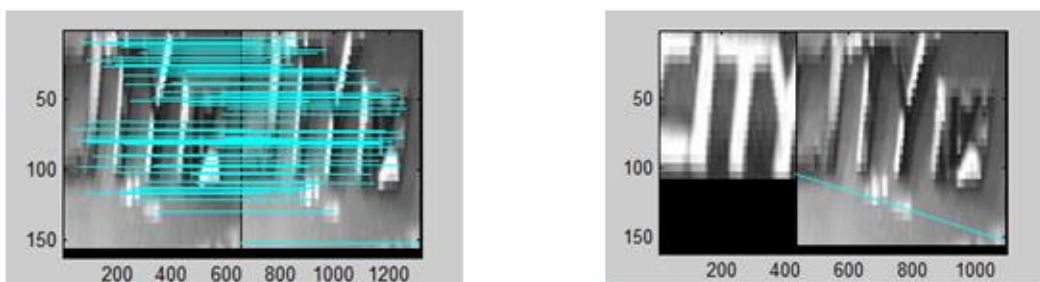
พิจารณาจะเป็นจุดในชั้นที่ k จุดสนใจที่เลือกจะเลือกเฉพาะจุดที่เป็นค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดในบริเวณที่พิจารณาเท่านั้น



รูปที่ 3.14 การพิจารณาจุดของภาพเพื่อเลือกเป็นจุดสนใจ

เมื่อได้จุดสนใจตามต้องการแล้ว จะต้องหาขนาดของ $m(x,y)$ และทิศทาง $\theta(x,y)$ ของจุดภายในภาพที่ผ่านการกรองมาแล้วทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อที่จะนำไปใช้สร้างเป็นคุณสมบัติเด่นของภาพ โดยที่ L_x และ L_y เป็นค่าเกรเดียนท์ในแนวตั้งและแนวนอนตามลำดับ

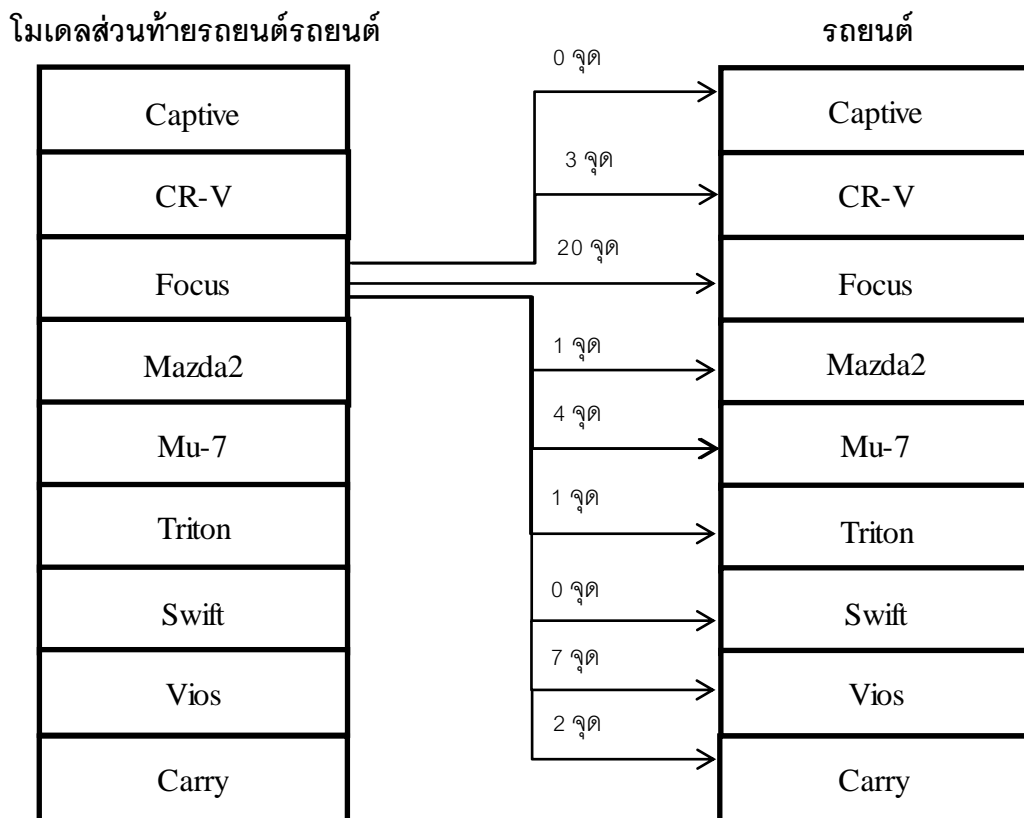
ตัวอย่างแสดงภาพกระบวนการอัลกอริทึม Scale invariant feature transform (SIFT) และ การกำหนดจุดสนใจ (Key points)



รูปที่ 3.15 กระบวนการอัลกอริทึม SIFT และ การกำหนดจุดสนใจ (Key points)

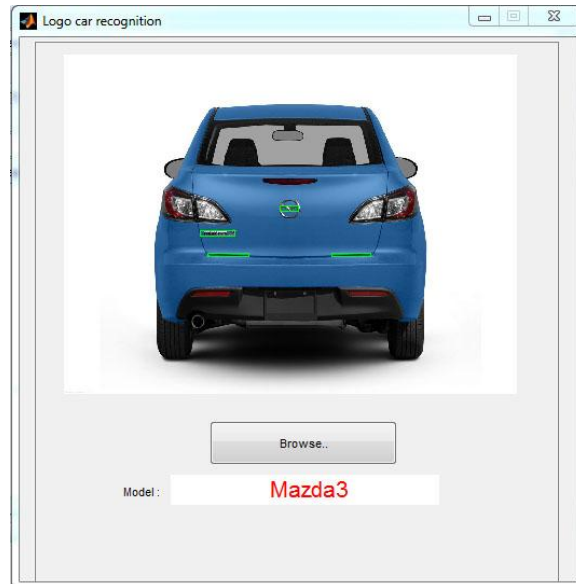
3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของโมเดลส่วนท้ายรถยนต์

ขั้นตอนแรกของกระบวนการตรวจโมเดลส่วนท้ายรถยนต์คือการเลือกภาพสอบถาม (Query Image) จากนั้นจึงทำการดึงเอาลักษณะเฉพาะของภาพสอบถามออกมาและนำไปเปรียบเทียบกับกับภาพอื่นในฐานข้อมูลทั้งหมดเพื่อค้นหาจุดสนใจที่มีจุดสนใจเหมือนกับภาพสอบถามที่สุ่มออกมาการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาพสอบถามกับภาพอื่นนั้นสามารถทำได้โดยการคำนวณตามรูปภาพที่ 3.16



รูปที่ 3.16 ผลลัพธ์ของแต่ละรุ่นรถยนต์

ผลลัพธ์ภาพรวมของการทำงานโดยวิธีการ SIFT ลักษณะภาพตัวอย่างและวิธีการนำไปใช้

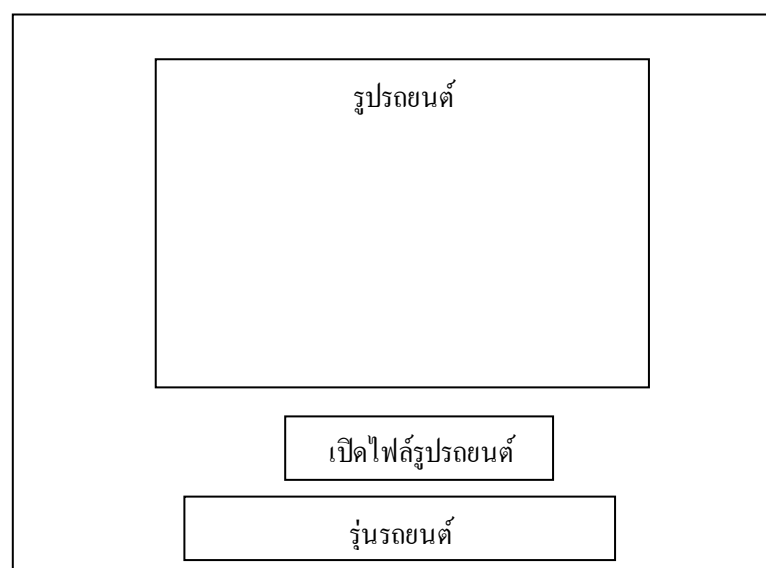


รูปที่ 3.17 ภาพรวมของโปรแกรม

3.7 การออกแบบหน้าจอของโปรแกรม

หน้าแรกของโปรแกรม

โปรแกรมตรวจจับโมเดลส่วนท้ายรถยนต์จะทำการหาจุดสนใจของภาพโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ออกมาแล้วจะแสดงเป็นรูปภาพออกมา ตามภาพประกอบที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การออกแบบหน้าจอแรกของโปรแกรม

3.8 ฐานข้อมูลรูปภาพ (Image Database)

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

3.8.1 ภาพโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ คือ ภาพที่ใช้สำหรับให้โปรแกรมเรียนรู้จุดจำภาพโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ก่อนที่จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับภาพสอบถาม (Query Image) โดยมีจำนวนของภาพส่วนท้ายรถยนต์ที่ใช้ในโครงการนี้ทั้งหมด 8 ยี่ห้อ 22 รุ่น

3.8.2 ภาพรถยนต์ คือ ภาพสอบถาม (Query Image) ที่นำมาทดสอบกับโปรแกรมเพื่อเปรียบเทียบกับภาพส่วนโมเดลส่วนท้ายรถยนต์ในฐานข้อมูลในข้อ 3.8.1



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างไฟล์ .JPG ในฐานข้อมูลรูปภาพรถยนต์ 22 รูปภาพจากทั้งหมด 160 รูปภาพ



รูปที่ 3.20 ตัวอย่างไฟล์ .BMP ในฐานข้อมูลรูปภาพโมเดลส่วนท้ายรถยนต์