



การพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยี  
ปัญญาประดิษฐ์

โดย

นางสาวปาริฉัตร ศูนย์ดำ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยี  
ปัญญาประดิษฐ์

โดย

นางสาวปาริฉัตร ศูนย์ดำ

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

AI-BASED MOTORCYCLE PARTS RECOGNITION SYSTEM

BY

MISS PARICHAT SOONDAM

A FINAL-YEAR PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2024

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นางสาวปาริฉัตร ศุภย์ดำ

เรื่อง

การพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

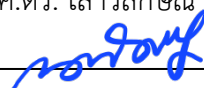
เมื่อ วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผศ.ดร. เสาวลักษณ์ วรธนาภา)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ



(ผศ.ดร.นุชนรินทร์ อินทะหล้า)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ



(อ.ดร.ภาคพร เสาร์ฝั้น)

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายงานโครงการพิเศษ

ของ

นางสาวปาริฉัตร ศูนย์ดำ

เรื่อง

การพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

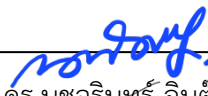
เมื่อ วันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2568

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผศ.ดร. เสาวลักษณ์ วรธนาภา)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ



(ผศ.ดร. นุชจรินทร์ อินทะหล้า)

กรรมการสอบโครงการพิเศษ



(อ.ดร. ภัคพร เสาร์ฝั้น)

หัวข้อโครงการพิเศษ	การพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
ชื่อผู้เขียน	นางสาวปาริฉัตร ศูนย์ดำ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ	ผศ.ดร. เสาวลักษณ์ วรรณภา
ปีการศึกษา	2567

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ โดยใช้ภาพถ่ายหรือภาพที่อัปโหลดเข้าสู่ระบบเพื่อวิเคราะห์และระบุข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่ในการดำเนินงาน ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่ การทำ Annotation ข้อมูลเพื่อระบุลักษณะสำคัญสำหรับการฝึกโมเดล AI และการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถรับภาพและแสดงผลได้ในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เน้นการประยุกต์เทคโนโลยี Image Processing และ Machine Learning เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวิเคราะห์ภาพและระบุอะไหล่ ผลลัพธ์ของโครงการนี้จะช่วยลดระยะเวลาและข้อผิดพลาดในการค้นหาอะไหล่ พร้อมเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลสำหรับร้านค้าหรือช่างซ่อม นอกจากนี้ ยังเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอะไหล่ประเภทอื่น ๆ เช่น รถยนต์ เป็นต้น

**คำสำคัญ:** การประมวลผลภาพ, การรู้จำภาพ, การเรียนรู้ของเครื่อง

Thesis Title	AI-Based Motorcycle Parts Recognition System
Author	Miss Parichat Soondam
Degree	Bachelor of Science
Major Field/Faculty/University	Computer Science Faculty of Science and Technology Thammasat University
Project Advisor	Asst.Prof.Dr. Saowaluk Watanapa
Academic Years	2024

### ABSTRACT

This project aims to develop a motorcycle spare parts recognition system using uploaded or captured images to analyze and identify spare part information. The process includes collecting spare part data, annotating the data to specify key features for training an AI model, and developing an application that can process images and display results in an easily understandable format. The system emphasizes the application of Image Processing and Machine Learning technologies to enhance the accuracy of image analysis and spare part identification. The results of this project will help reduce the time and errors involved in searching for spare parts while improving data management efficiency for shops or mechanics. Furthermore, it serves as a prototype for developing applications in other spare part industries, such as the automotive industry

**Keywords:** Image Processing, Image Recognition, Machine Learning

### กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือและความเอาใจใส่จากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร. เสาวลักษณ์ วรรณภา ได้ให้เกียรติมาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ คอยให้ความรู้และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ติดตามความก้าวหน้าในการจัดทำเสมอมา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณนายวิรัช ศุภย์ดำ และ นางสาวปาริชาติ ศุภย์ดำ เจ้าของร้านอิงเจริญอะไหล่ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บภาพตัวอย่างและให้ความรู้เกี่ยวกับอะไหล่รถจักรยานยนต์ รวมถึงเป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษาโครงการพิเศษนี้ ทั้งยังเป็นแรงสนับสนุนและกำลังใจในฐานะคนในครอบครัว

ขอขอบคุณนักศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่คอยให้กำลังใจและคำปรึกษาตลอดการดำเนินงาน ทำให้ผู้จัดทำรู้สึกอบอุ่นและไม่ได้รู้สึกว่าการเดินทางเพียงลำพัง นอกจากนี้ยังมีเจ้าหน้าที่สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ช่วยประสานงานและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้จัดทำ ตลอดจนผู้ที่ไม่ได้กล่าวถึงแต่ก็ยังซาบซึ้งอยู่ในใจ

สุดท้ายนี้หวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการนี้จะประโยชน์ต่อผู้สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขอรับไว้และขออภัยมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวปาริฉัตร ศุภย์ดำ



## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(6)
สารบัญภาพ	(7)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ของโครงการ	2
1.5 ข้อจำกัดของโครงการ	2
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1.1 อะไหล่รถจักรยานยนต์	3
2.1.2 ภาพดิจิทัล	11
2.1.3 การประมวลผลภาพ	12
2.1.4 การจดจำภาพ	14

2.1.5 การเรียนรู้ของเครื่อง	15
2.1.6 โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน	16
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
2.2.1 Motorcycle Recognition System Using Convolutional Neural Network	17
2.2.2 Real-Time Motorbike Detection: AI on the Edge Perspectiv	18
2.2.3 Research on Image Recognition and Visual Design Based on Artificial Intelligence	19
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	20
3.1 ภาพรวมของโครงการ	20
3.2 การวิเคราะห์ขอบเขตและความต้องการของระบบ	21
3.3 คำอธิบาย use case ของระบบ	22
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	26
3.5 วิธีการวัดผล	29
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	31
4.1 ผลการพัฒนาโมเดล AI	31
4.2 ผลการทดสอบในสถานการณ์จริง	31
4.3 ผลการเปรียบเทียบการใช้งานระหว่างมนุษย์กับแอปพลิเคชัน	31
4.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	36
4.5 สรุปผลการดำเนินงาน	36
บทที่ 5 สรุป	38
5.1 สรุป	38
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
รายการอ้างอิง	39

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงคำอธิบายฟังก์ชันการอัปโหลดภาพ	23
ตารางที่ 3.2 แสดงคำอธิบายฟังก์ชันข้อมูลอะไหล่ที่แนะนำ	24
ตารางที่ 3.3 เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่	25
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง	34
ตารางที่ 4.4 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของแอปพลิเคชัน	35
ตารางที่ 4.5 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของผู้เชี่ยวชาญ	35
ตารางที่ 4.4 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของคนทั่วไป	35

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 คันสตาร์ท Honda Click125i	3
ภาพที่ 2.2 คันสตาร์ท Suzuki Smash	4
ภาพที่ 2.3 คันสตาร์ท Honda Wave110i	4
ภาพที่ 2.4 ผ้าเบรกดิสหน้า Honda Click125i	5
ภาพที่ 2.5 ผ้าเบรกดิสหน้า Suzuki Smash	5
ภาพที่ 2.6 ผ้าเบรกดิสหน้า Honda Wave110i	6
ภาพที่ 2.7 ลูกสูบ Honda Click125i	6
ภาพที่ 2.8 ลูกสูบ Suzuki Smash	7
ภาพที่ 2.9 ลูกสูบ Honda Wave110i	7
ภาพที่ 2.10 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Click125i	8
ภาพที่ 2.11 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Suzuki Smash	8
ภาพที่ 2.12 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Honda Wave110i	9
ภาพที่ 2.13 ไส้กรองอากาศ Honda Click125i	9
ภาพที่ 2.14 ไส้กรองอากาศ Suzuki Smash	10
ภาพที่ 2.15 ไส้กรองอากาศ Honda Wave110i	10
ภาพที่ 2.16 เมทริกซ์องค์ประกอบภาพ	11
ภาพที่ 2.17 ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ	13
ภาพที่ 2.18 Image Recognition Roadmap	14
ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างการทำงานของ Convolutional Neural Network	16
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ	20
ภาพที่ 3.2 แผนภาพยาเคสของระบบ	22
ภาพที่ 3.3 ภาพถ่ายอะไหล่	26
ภาพที่ 3.4 ผลจากการทำ Data Augmentation	26
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงความแม่นยำของโมเดล	27
ภาพที่ 3.6 Classification Report	28
ภาพที่ 4.1 ผู้ใช้งานทดสอบกับภาพจริง	32
ภาพที่ 4.2 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ	32
ภาพที่ 4.3 ผู้ใช้งานทดสอบกับภาพจริง	32

ภาพที่ 4.4 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ	32
ภาพที่ 4.5 ทดสอบกับภาพที่ไม่ใช่อะไหล่	33
ภาพที่ 4.6 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ	33
ภาพที่ 4.7 ทดสอบกับภาพที่ไม่ใช่อะไหล่	33
ภาพที่ 4.8 อะไหล่ที่ระบบเข้าใจผิด	33

## รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

### สัญลักษณ์/คำย่อ

### คำเต็ม/คำจำกัดความ

AI

Artificial Intelligence

CCTV

Closed-Circuit Television

CNN

Convolutional Neural Network

FPS

Frames Per Second

GPU

Graphics Processing Unit

mAP

Mean Average Precision

SSD

Single Shot MultiBox Detector

GCN

Graph Convolutional Network

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

งานวิจัยจาก Pew Research Center ได้ทำการศึกษาและสำรวจในหลายประเทศว่าประเทศใดมีสถิติผู้ใช้รถจักรยานยนต์มากที่สุดในโลก ผลคือประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการใช้ถึง 87% นำมาเป็นอันดับหนึ่ง คราวเรือในประเทศไทยมีมอเตอร์ไซค์อย่างน้อยหนึ่งคัน ดังนั้น 18 ล้านครัวเรือน จะมีรถจักรยานยนต์อย่างน้อย 15 ล้านคันในประเทศ

ส่วนหนึ่งมาจากรถจักรยานยนต์มีราคาถูกและสะดวกในการเดินทางไปทำงานและเป็นยานพาหนะสำหรับทำงานขนส่งอาหารหรือขนส่งผู้โดยสารได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีเรื่องของระบบขนส่งมวลชนที่ไม่ครอบคลุม โดยเฉพาะต่างจังหวัดที่ในหลายพื้นที่ไม่มีขนส่งสาธารณะ รถจักรยานยนต์จึงกลายเป็นยานพาหนะหลักที่คนต่างจังหวัดใช้เดินทางในแต่ละวัน การตรวจสอบสภาพรถให้พร้อมมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ผู้ขับขี่ตลอดจนยืดอายุการใช้งานของรถจักรยานยนต์ขึ้นส่วนอะไหล่แต่ละชนิดมีอายุการใช้งานที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับผู้ใช้

ร้านยางเจริญอะไหล่เป็นทั้งร้านขายอะไหล่ควบคู่ไปกับการทำอู่ซ่อมรถ อยู่ในอำเภอเล็ก ๆ ของจังหวัดสระแก้ว ตั้งอยู่ในเขตชุมชนที่เป็นจุดกึ่งกลางระหว่างหมู่บ้านใหญ่จำนวนหลายหมู่บ้าน คนในพื้นที่ใช้รถจักรยานยนต์เป็นหลักแทบทุกครัวเรือน มีหน้าซุ้มยังเป็นการใช้งานที่หนักเกินกว่าปกติ ทำให้อายุการใช้งานสั้นกว่าที่ควร ร้านยางเจริญอะไหล่ที่เปิดกิจการมายาวนานสามสิบปีแต่ยังใช้ระบบคนในการบริหารทั้งเรื่องของการค้นหาอะไหล่ การที่ไม่มีระบบฐานข้อมูลในร้านทำให้มีความไม่สะดวกและเกิดข้อผิดพลาดหลายอย่างที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน

#### 1.2 วัตถุประสงค์

โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อสร้างระบบค้นหาอะไหล่และรุ่นของอะไหล่รถจักรยานยนต์ผ่านภาพถ่าย โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาระบบการรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่ของรถจักรยานยนต์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวผู้จัดทำจึงกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาระบบในการค้นหาชนิดของอะไหล่รถจักรยานยนต์ผ่านภาพถ่าย
2. เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาอะไหล่และลดข้อผิดพลาดในการซื้อผิดของคนทั่วไป

3. เพื่อสร้างต้นแบบของระบบที่สามารถต่อยอดสำหรับการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนอะไหล่อื่น ๆ

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างระบบค้นหาชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์โดยค้นหาจากภาพถ่ายโดยใช้เทคนิคการรู้จำภาพ
2. กรณีศึกษาของร้านยี่งเจริญอะไหล่ ตำบลทัพราช อำเภอบางบาล จังหวัดสระแก้ว
3. อะไหล่ที่นำมาศึกษา ได้แก่ คันสตาร์ท , ผ้าเบรกดิสหน้า , ลูกสูบ , ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงและไส้กรองอากาศ
4. รุ่นของจักรยานยนต์ที่นำมาศึกษาเรื่องอะไหล่ ได้แก่ Honda Wave110i, Honda Click125i , Suzuki Smash

### 1.4 ประโยชน์ของโครงการ

1. ลดความผิดพลาดในการเลือกซื้ออะไหล่รถจักรยานยนต์
2. สามารถค้นหาอะไหล่รถจักรยานยนต์ที่มีความเฉพาะเจาะจง
3. ช่วยลดเวลาในการค้นหาอะไหล่รถจักรยานยนต์
4. เป็นต้นแบบในการพัฒนาแอปพลิเคชัน AI สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ในอนาคต เช่น การนำไปต่อยอดกับรถยนต์หรือยานพาหนะประเภทอื่น

### 1.5 ข้อจำกัดของโครงการ

1. จำนวนภาพที่ใช้ในการฝึกและทดสอบยังไม่ครอบคลุมอะไหล่รถจักรยานยนต์ครบทุกประเภทและทุกรุ่น ทำให้ระบบแยกแยะได้เฉพาะอะไหล่บางประเภทหรือบางรุ่นเท่านั้น
2. ประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพถ่าย เช่น ความชัด แสง เงา และมุมกล้องซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการจำแนก



## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 อะไหล่รถจักรยานยนต์

อะไหล่รถจักรยานยนต์ หมายถึง ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการประกอบซ่อมแซมทดแทนชิ้นส่วนเดิมของรถจักรยานยนต์ที่ชำรุดหรือมีสภาพการใช้งานที่เสื่อมโทรมลงตามกาลเวลา อะไหล่แต่ละชิ้นมีหน้าที่และลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกได้หลายประเภทตามเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น ตามระบบการทำงานหรือแยกตามลักษณะการใช้งาน

ในโครงการพิเศษนี้ ผู้จัดทำได้คัดเลือกอะไหล่รถจักรยานยนต์จำนวน 5 ประเภทที่พบเห็นได้บ่อยและมีลักษณะจำแนกชัดเจนเพื่อใช้เป็นข้อมูลต้นแบบในการศึกษา พัฒนาและทดสอบระบบจำแนกภาพอะไหล่ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยอะไหล่ทั้ง 5 ประเภทที่นำมาศึกษา ได้แก่

**2.1.1.1 คันสตาร์ท (Kick Starter)** เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านข้างของเครื่องยนต์รถจักรยานยนต์ โดยมีหน้าที่สำหรับสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยการใช้แรงจากเท้าเหยียบลงไปยังคันสตาร์ท เพื่อหมุนเพลาค้อนเหวี่ยงให้เครื่องยนต์เริ่มต้นการทำงาน ซึ่งถือเป็นระบบการสตาร์ทแบบแมนนวลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในรถจักรยานยนต์รุ่นเก่าหรือในรถที่ไม่มีระบบสตาร์ทไฟฟ้า



ภาพที่ 2.1 คันสตาร์ท Honda Click125i

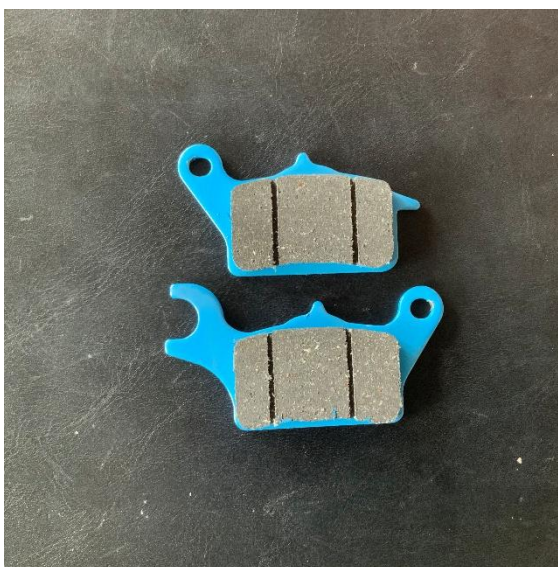


ภาพที่ 2.2 ค้านสตาร์ท Suzuki Smash

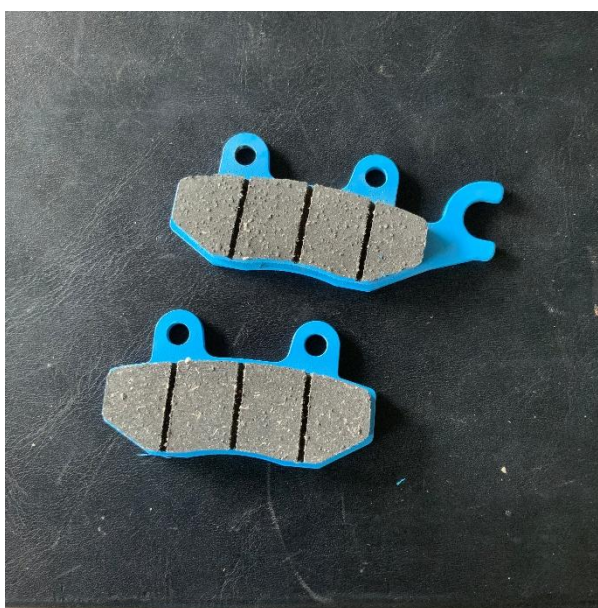


ภาพที่ 2.3 ค้านสตาร์ท Honda Wave110i

2.1.1.2 ผ้าเบรคดิสหน้า (Front disc brake pads) เป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบเบรกแบบดิสก์ที่ใช้ในล้อหน้าของรถจักรยานยนต์ โดยทำหน้าที่สร้างแรงเสียดทานกับจานเบรกเพื่อลดความเร็วหรือหยุดการเคลื่อนที่ของล้อเมื่อผู้ขับขี่ทำการเบรก



ภาพที่ 2.4 ผ้าเบรคดิสหน้า Honda Click125i



ภาพที่ 2.5 ผ้าเบรคดิสหน้า Suzuki Smash



ภาพที่ 2.6 ผ้าเบรกดิสหน้า Honda Wave110i

**2.1.1.3 ลูกสูบ (Piston)** เป็นชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ทำหน้าที่เคลื่อนที่ขึ้นลงภายในกระบอกสูบโดยการเคลื่อนที่ดังกล่าวเป็นกลไกหลักในการอัดส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศ เพื่อเตรียมเข้าสู่กระบวนการเผาไหม้ ซึ่งจะผลิตพลังงานในการขับเคลื่อนรถจักรยานยนต์



ภาพที่ 2.7 ลูกสูบ Honda Click125i





ภาพที่ 2.8 ลูกสูบ Suzuki Smash



ภาพที่ 2.9 ลูกสูบ Honda Wave110i

- 2.1.1.4 **ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง** เป็นชิ้นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรก หรือตะกอนที่ปะปนมากับน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนเข้าสู่ระบบหัวฉีดหรือคาร์บูเรเตอร์และส่งต่อเข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ โดยสิ่งสกปรกเหล่านี้อาจมาจากถังน้ำมันเชื้อเพลิง การเติมน้ำมันจากแหล่งที่ไม่สะอาดหรือเกิดจากการเสื่อมสภาพของระบบภายในถังน้ำมันเอง



ภาพที่ 2.10 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Click125i



ภาพที่ 2.11 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Suzuki Smash



ภาพที่ 2.12 ไส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง Honda Wave110i

- 2.1.1.5 **ไส้กรองอากาศ** เป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบทางเดินอากาศของเครื่องยนต์ ทำหน้าที่กรองและดักจับฝุ่นละออง เศษผง และสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากอากาศภายนอกไม่ให้เข้าสู่ห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ในขณะดูดอากาศเข้าไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิง มักผลิตจากวัสดุที่มีคุณสมบัติในการดักจับอนุภาคขนาดเล็ก เช่น กระดาษกรองพิเศษ โยผ้าหรือวัสดุโฟม ขึ้นอยู่กับประเภทของเครื่องยนต์และการออกแบบของผู้ผลิต



ภาพที่ 2.13 ไส้กรองอากาศ Honda Click125i





ภาพที่ 2.14 ไส้กรองอากาศ Suzuki Smash



ภาพที่ 2.15 ไส้กรองอากาศ Honda Wave110i



## 2.1.2 ภาพดิจิทัล (Digital Image)

ภาพที่แสดงผลในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัล ซึ่งสามารถประมวลผล จัดเก็บ และส่งผ่านได้ด้วยคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ภาพดิจิทัลสามารถนิยามได้ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นฟังก์ชันสองมิติ  $F(x,y)$  โดยที่  $x$  และ  $y$  เป็นพิกัดเชิงพื้นที่บนระนาบของภาพ และค่าแอมพลิจูดของฟังก์ชัน  $F$  ณ พิกัด  $(x,y)$  คือความเข้มของแสงหรือสีของภาพในตำแหน่งนั้น เมื่อค่าของ  $x$ ,  $y$  และค่าความเข้มของฟังก์ชัน  $F$  ถูกทำให้มีขอบเขตจำกัดหรือไม่ต่อเนื่อง ภาพนั้นจะถูกเรียกว่า ภาพดิจิทัล ซึ่งแตกต่างจากภาพในโลกจริงที่เป็นสัญญาณต่อเนื่อง ภาพดิจิทัลสามารถแสดงผลเป็นอาร์เรย์สองมิติ ซึ่งมีการจัดเรียงองค์ประกอบภาพเป็นแถวและคอลัมน์อย่างชัดเจน โดยแต่ละพิกเซลจะแทนค่าความเข้มของแสงหรือสีในบริเวณเล็ก ๆ หนึ่งตำแหน่งของภาพ ซึ่งหมายความว่าภาพดิจิทัลประกอบขึ้นจากองค์ประกอบจำนวนจำกัด และแต่ละองค์ประกอบจะมีค่าที่เจาะจงเฉพาะสำหรับตำแหน่งนั้น ๆ ค่าของพิกเซลในภาพดิจิทัลอาจอยู่ในช่วงขาว-ดำหรือเป็นภาพสีที่มีองค์ประกอบของสี เช่น แดง เขียว และน้ำเงิน โดยขึ้นอยู่กับชนิดของภาพที่นำมาใช้ในงานประมวลผลภาพ

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & f(M-1,2) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

ภาพที่ 2.16 เมทริกซ์องค์ประกอบภาพ

ภาพที่ 2.1.2 เป็นการแสดงลักษณะของภาพดิจิทัลในรูปของเมทริกซ์สองมิติ โดยกำหนดให้ภาพเป็นฟังก์ชัน  $f(x,y)$  ซึ่งมีค่าเป็นความเข้มของภาพที่ตำแหน่งพิกัด  $(x,y)$  บนระนาบของภาพ ค่าต่าง ๆ ที่ปรากฏในเมทริกซ์ ได้แก่  $f(0,0)$  คือค่าความเข้มของพิกเซลที่อยู่มุมบนซ้ายของภาพ  $f(i,j)$  คือค่าความเข้มของพิกเซลที่ตำแหน่งแถวที่  $i$  และคอลัมน์ที่  $j$  ส่วน  $M$  คือจำนวนแถวทั้งหมดของภาพ  $N$  คือจำนวนคอลัมน์ทั้งหมดของภาพ ดังนั้นภาพดิจิทัลสามารถนิยามได้เป็นเมทริกซ์ขนาด  $M \times N$  ซึ่งประกอบด้วยพิกเซลจำนวน  $M \times N$  จุด โดยแต่ละพิกเซลมีค่าที่ระบุความเข้มของแสงหรือระดับสีที่ตำแหน่งนั้น ๆ

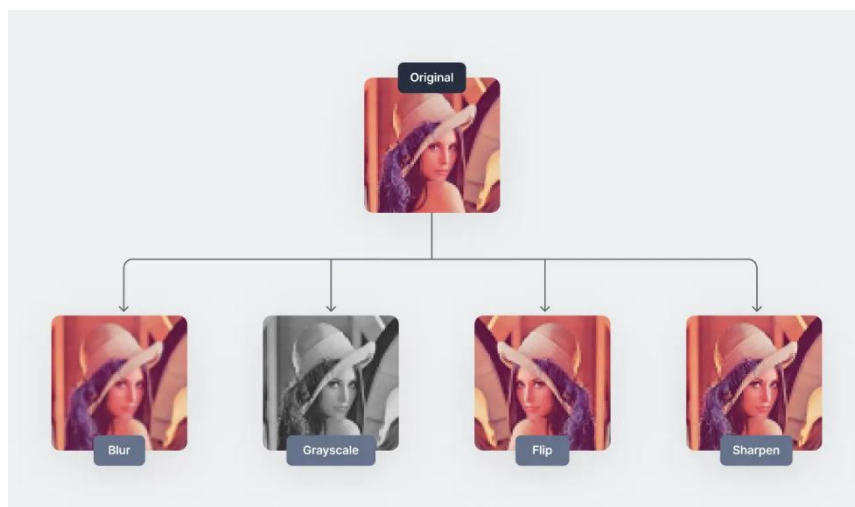
### 2.1.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ คือ กระบวนการที่นำภาพในรูปแบบแอนะล็อกหรือจากโลกจริง มาแปลงให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล เพื่อให้สามารถประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกระบวนการนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงคุณภาพของภาพ การสกัดข้อมูลที่สำคัญจากภาพหรือการเตรียมภาพสำหรับการวิเคราะห์ขั้นสูง เช่น การรู้จำวัตถุ (Object Recognition) หรือการจัดประเภทภาพ (Image Classification)

โดยทั่วไปภาพจะถูกพิจารณาให้เป็นสัญญาณสองมิติที่มีค่าความเข้มในแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถนำมาประมวลผลด้วยเทคนิคของการประมวลผลสัญญาณที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ขั้นตอนการประมวลผลภาพมักประกอบด้วยลำดับของการดำเนินการที่คงที่ ซึ่งจะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับพิกเซลทุกจุดในภาพ เช่น การกรองภาพ (Filtering), การปรับความคมชัด (Sharpening), การลดนอยส์ (Noise Reduction) เป็นต้น

ระบบประมวลผลภาพจะทำงานแบบเรียงลำดับ โดยเริ่มจากการดำเนินการขั้นแรกกับทุกพิกเซลของภาพ (Pixel-by-pixel Operation) เมื่อเสร็จสิ้นจึงเริ่มดำเนินการขั้นถัดไปต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ภาพผลลัพธ์สุดท้ายที่มีข้อมูลหรือคุณลักษณะตามที่ต้องการ ซึ่งค่าผลลัพธ์ของกระบวนการนี้สามารถคำนวณและนำไปใช้ได้กับตำแหน่งใด ๆ ของภาพ

ประโยชน์ของการประมวลผลภาพดิจิทัล ได้แก่ การปรับปรุงคุณภาพของภาพ เช่น การเพิ่มความคมชัด หรือการฟื้นฟูภาพที่มีสัญญาณรบกวน การลดขนาดไฟล์เพื่อการจัดเก็บที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงการเพิ่มความสะดวกในการส่งผ่านข้อมูลภาพผ่านระบบเครือข่าย ในการพัฒนาโครงการที่เกี่ยวข้องกับปัญญาประดิษฐ์ เช่น ระบบจำแนกภาพอะไหล่ในโครงการนี้ การประมวลผลภาพดิจิทัลมีบทบาทสำคัญตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมข้อมูล ไปจนถึงการปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลเรียนรู้เชิงลึก



ภาพที่ 2.17 ภาพที่ได้จากการประมวลผลภาพแบบต่าง ๆ

ภาพที่ 2.1.3 แสดงให้เห็นตัวอย่างของภาพต้นฉบับที่ถูกนำไปผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อแสดงให้เห็นผลลัพธ์ที่แตกต่างกันตามเทคนิคที่ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 4 ลักษณะการประมวลผลหลักดังนี้

การทำให้ภาพเบลอ (Blur) เป็นกระบวนการลดรายละเอียดของภาพโดยเฉพาะขอบของวัตถุ ซึ่งมักใช้เพื่อลดนอยส์ในภาพหรือเตรียมข้อมูลสำหรับการประมวลผลอื่น

การแยกพื้นหลัง (Grayscale) เป็นการแปลงภาพสีให้กลายเป็นภาพขาวดำซึ่งช่วยลดมิติของข้อมูลทำให้ประมวลผลได้เร็วขึ้นและเหมาะกับการประยุกต์ใช้งานหลายประเภท เช่น การตรวจจับขอบภาพ

การรู้จำวัตถุ (Flip) เป็นการกลับภาพในแนวนอนหรือแนวตั้ง ซึ่งเป็นเทคนิคง่าย ๆ ที่ใช้เพิ่มข้อมูลในชุดฝึก เพื่อให้โมเดลเรียนรู้จากภาพในมุมมองที่หลากหลายมากขึ้น

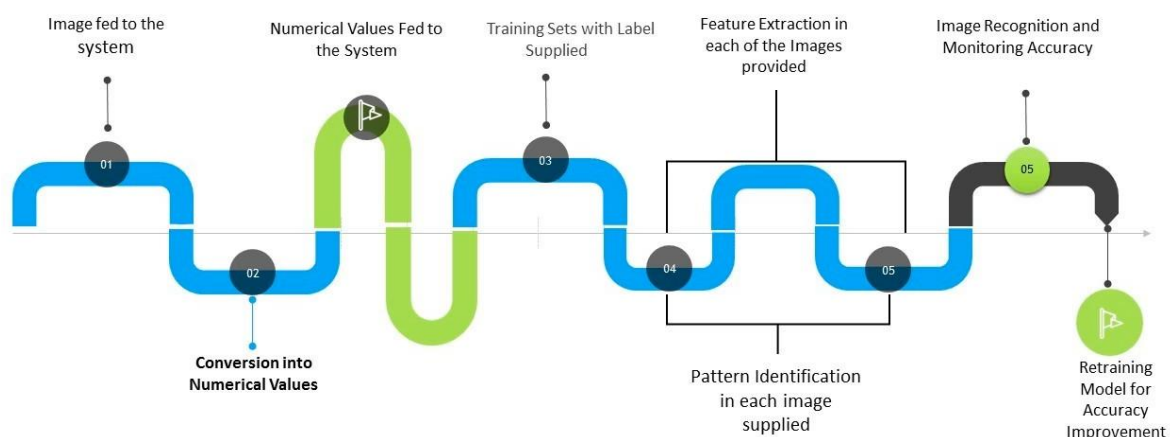
การเพิ่มความคมชัดของภาพ (Sharpen) คือการเน้นให้ขอบของวัตถุชัดเจนขึ้น เทคนิคนี้ช่วยให้รายละเอียดในภาพเด่นชัดมากขึ้น เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ลักษณะของวัตถุหรือการเน้นจุดสำคัญในภาพ

ภาพชุดนี้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการประมวลผลภาพดิจิทัลในการดัดแปลง ปรับแต่ง และเพิ่มคุณสมบัติของภาพเพื่อให้สามารถนำไปใช้ต่อในกระบวนการวิเคราะห์หรือเรียนรู้ของระบบปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.1.4 การจดจำภาพ (Image Recognition)

การจดจำรูปภาพ คือ กระบวนการในการวิเคราะห์และระบุวัตถุ บุคคล ฉาก หรือคุณลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในรูปภาพหรือวิดีโอ โดยอาศัยระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถประมวลผลและตีความข้อมูลภาพได้อย่างอัตโนมัติคล้ายกับการรับรู้ของมนุษย์ เทคโนโลยีการจดจำรูปภาพนับเป็นหนึ่งในหัวใจหลักของแอปพลิเคชันและระบบอัจฉริยะมากมายในปัจจุบัน เช่น ระบบตรวจจับใบหน้า, การรู้จำป้ายทะเบียนรถ, การค้นหาภาพด้วยภาพ, ระบบควบคุมความปลอดภัยด้วยกล้องวงจรปิด, ไปจนถึงการวิเคราะห์ภาพทางการแพทย์

หลักการทำงานของระบบจดจำภาพเริ่มจากการนำภาพหรือวิดีโอเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เนื้อหา โดยการแปลงภาพให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องสามารถประมวลผลได้ เช่น เมทริกซ์ของค่าพิกเซล จากนั้นจึงทำการสกัดคุณลักษณะที่สำคัญของภาพและนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลหรือแบบจำลองที่เคยเรียนรู้ไว้เพื่อระบุวัตถุหรือจำแนกประเภทของภาพ ในปัจจุบันแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงในการจดจำภาพคือการใช้การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks – CNNs) ซึ่งสามารถเรียนรู้คุณลักษณะที่ซับซ้อนจากชุดข้อมูลภาพจำนวนมากได้โดยอัตโนมัติ โดยไม่จำเป็นต้องกำหนดคุณลักษณะด้วยมือเช่นในวิธีแบบดั้งเดิม การเรียนรู้ของระบบจะอาศัยภาพตัวอย่างที่มีการระบุป้ายกำกับในการฝึกให้โมเดลสามารถเรียนรู้ลักษณะเฉพาะของวัตถุแต่ละประเภท เมื่อนำภาพใหม่เข้าสู่ระบบโมเดลจะสามารถวิเคราะห์และระบุประเภทของวัตถุนั้น ๆ ได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว



ภาพที่ 2.18 Image Recognition Roadmap

ภาพที่ 2.1.4 แสดงแผนผังของกระบวนการจดจำภาพ (Image Recognition) ตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นไปจนถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของโมเดล เริ่มต้นด้วยการป้อนภาพเข้าสู่ระบบซึ่งอาจเป็นภาพถ่ายจากกล้องหรือไฟล์ภาพที่จัดเก็บไว้ โดยระบบจะนำภาพเหล่านี้มาเป็นข้อมูลอินพุตสำหรับการประมวลผลและการเรียนรู้ จากนั้นระบบจะทำการแปลงภาพให้อยู่ในรูปของค่าตัวเลขเพื่อให้สามารถประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ โดยค่าความเข้มของแต่ละพิกเซลจะถูกแทนด้วยตัวเลข ต่อมนำภาพที่มีการระบุป้ายกำกับแล้วมาใช้เป็นชุดข้อมูลฝึกเพื่อให้โมเดลสามารถเรียนรู้คุณลักษณะเฉพาะของวัตถุแต่ละประเภทในภาพได้อย่างแม่นยำ จากนั้นทำการสกัดคุณลักษณะจากภาพ เช่น ขอบ, รูปร่าง, สีหรือพื้นผิวซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการจำแนกประเภทของภาพ ต่อไประบบจะนำข้อมูลที่เรียนรู้ไปใช้ในการจดจำวัตถุจากภาพใหม่พร้อมทั้งตรวจสอบความแม่นยำของผลลัพธ์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของโมเดล หากพบว่าโมเดลยังมีข้อผิดพลาดหรือต้องการเพิ่มความแม่นยำ จะทำการฝึกโมเดลใหม่โดยใช้ข้อมูลเพิ่มเติมหรือปรับปรุงพารามิเตอร์เพื่อพัฒนาความสามารถในการจดจำภาพให้ดีขึ้น

### 2.1.5 การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning)

ระบบจะใช้ข้อมูลจำนวนมากเพื่อวิเคราะห์และค้นหารูปแบบหรือความสัมพันธ์ที่แฝงอยู่ภายในชุดข้อมูลเหล่านั้น และนำไปใช้ในการคาดการณ์หรือการตัดสินใจกับข้อมูลใหม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

แนวคิดหลักของการอาศัยความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างข้อมูลอินพุตและผลลัพธ์ แม้ว่าความสัมพันธ์นี้จะไม่ปรากฏชัดเจนในตอนต้นแต่ด้วยการฝึกจากชุดข้อมูลที่เพียงพอ โมเดลสามารถเรียนรู้รูปแบบที่ซ่อนอยู่และสร้างฟังก์ชันหรือแบบจำลองที่ใช้สำหรับการทำนายได้อย่างแม่นยำ

การเรียนรู้ของเครื่องสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามลักษณะของข้อมูลและเป้าหมายการเรียนรู้ เช่น

การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ใช้ข้อมูลที่มีการระบุคำตอบหรือป้ายกำกับล่วงหน้า เช่น การจำแนกประเภทของภาพ

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) ใช้ข้อมูลที่ไม่มีคำตอบโดยเน้นค้นหารูปแบบหรือโครงสร้างภายใน เช่น การจัดกลุ่มข้อมูล

การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement Learning) ระบบเรียนรู้จากการโต้ตอบกับสภาพแวดล้อม โดยอาศัยรางวัลและการลงโทษเป็นแนวทางในการปรับปรุงพฤติกรรม

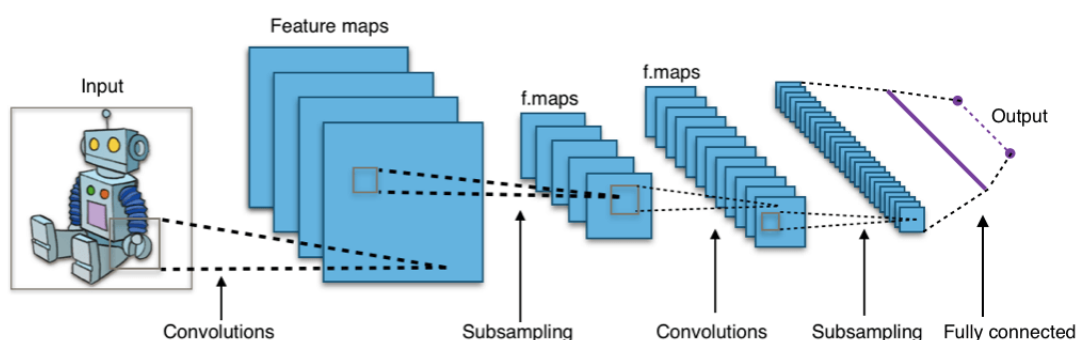
### 2.1.6 Convolutional Neural Network (CNN)

โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน หรือ CNN (Convolutional Neural Network) เป็นหนึ่งในโครงสร้างของปัญญาประดิษฐ์ที่อยู่ภายใต้แนวคิดของโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks) ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจมาจากระบบการมองเห็นของมนุษย์ (Bio-Inspired) โดยเฉพาะโครงสร้างการรับรู้ทางสายตาในสมองส่วนเยื่อหุ้มสมองด้านการมองเห็น (Visual Cortex)

CNN ถูกออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อการประมวลผลข้อมูลที่อยู่ในรูปของภาพ เช่น รูปถ่าย วิดีโอ หรือ ภาพที่ได้จากเซนเซอร์ต่าง ๆ โดยโครงข่ายชนิดนี้มีความสามารถโดดเด่นในการ สกัดคุณลักษณะ (Feature Extraction) และ จำแนกรูปแบบ (Pattern Recognition) จากข้อมูลภาพได้ดีกว่าโครงข่ายประสาทเทียมทั่วไป หนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของ CNN คือ ชั้นคอนโวลูชัน (Convolution Layer) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกรองข้อมูลจากภาพต้นฉบับ โดยการเลื่อนตัวกรอง (Filter หรือ Kernel) ข้ามพื้นที่ย่อย ๆ ของภาพ (Local Receptive Fields) เพื่อดึงลักษณะเฉพาะ เช่น เส้นขอบ (Edges), มุม (Corners), ลวดลาย (Patterns) หรือรูปร่างบางอย่างออกมา

CNN ทำงานโดยแบ่งพื้นที่ของภาพออกเป็นส่วนย่อย ๆ จากนั้นเรียนรู้ข้อมูลในแต่ละส่วนอย่างอิสระก่อนจะรวมผลลัพธ์เข้าด้วยกันเพื่อวิเคราะห์ภาพในภาพรวม คล้ายกับวิธีที่ดวงตามนุษย์สแกนดูรายละเอียดในพื้นที่จำกัดแล้วประมวลผลภาพรวมว่าคืออะไร

ในโครงงานนี้ CNN ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือหลักในการเรียนรู้และจำแนกประเภทของอะไหล่รถจักรยานยนต์จากภาพ โดยสามารถเรียนรู้รู้ลักษณะเฉพาะของอะไหล่แต่ละประเภทและนำไปใช้จำแนกภาพใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างการทำงานของ Convolutional Neural Network

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้การพัฒนาโครงการมีแนวทางที่ชัดเจน มีพื้นฐานทางวิชาการที่น่าเชื่อถือและสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีหรือแนวทางที่เหมาะสมกับปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้จัดทำจึงได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ การประมวลผลภาพดิจิทัลและการจดจำภาพ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบ รวมถึงเปรียบเทียบข้อดี ข้อจำกัดและแนวทางการแก้ไขปัญหาของแต่ละงานวิจัย การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังช่วยให้เข้าใจถึงแนวโน้มของการพัฒนาในหัวข้อเดียวกันและสามารถนำแนวคิดหรือวิธีการจากงานวิจัยก่อนหน้ามาประยุกต์ใช้ในโครงการนี้ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุด

### 2.2.1 Motorcycle Recognition System Using Convolutional Neural Network

งานวิจัยจากมหาวิทยาลัย Aklan State University ในประเทศฟิลิปปินส์ขึ้นนี้ พัฒนาระบบตรวจจับรถจักรยานยนต์โดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจราจร โดยระบบนี้ถูกออกแบบให้สามารถแยกรถจักรยานยนต์และรถสามล้อออกจากภาพถ่ายได้อย่างแม่นยำ

โดยรวบรวมภาพถ่ายความละเอียดสูงของรถจักรยานยนต์และรถสามล้อจำนวน 34,002 ภาพ จากกล้องธรรมดาและสมาร์ทโฟนในจังหวัด Aklan ประเทศฟิลิปปินส์ มีการแบ่งข้อมูลเป็น 70% สำหรับการฝึกโมเดล 10% สำหรับตรวจสอบความถูกต้องและ 20% สำหรับการทดสอบ

พัฒนาโมเดล CNN ด้วย MATLAB และเปรียบเทียบกับโมเดล YOLOv2 โมเดล CNN มีความแม่นยำในการจำแนกวัตถุ 99.56% ขณะที่ YOLOv2 มีความแม่นยำ 99.67% ระบบสามารถแยกรถจักรยานยนต์และรถสามล้อออกจากภาพถ่ายได้อย่างแม่นยำ โมเดล CNN และ YOLOv2 แสดงผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำสูงในการจำแนกวัตถุ การรวบรวมภาพจากสภาพแวดล้อมจริงช่วยให้โมเดลมีความสามารถในการประมวลผลภาพในสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น

ระบบนี้สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการจราจรและการวางแผนเมืองอย่างยั่งยืน แต่ยังมีข้อจำกัดของงานวิจัยคือโมเดลยังมีข้อจำกัดในการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดเล็กหรือมีรูปร่างแปลกใหม่ ข้อมูลภาพส่วนใหญ่ถูกรวบรวมจากพื้นที่เดียวอาจทำให้โมเดลมีความสามารถจำกัดในการประมวลผลภาพจากพื้นที่อื่น แนวทางการแก้ไขปัญหาคือรวบรวมภาพจากพื้นที่และสภาพแวดล้อมที่หลากหลายเพื่อเพิ่มความสามารถในการประมวลผลภาพที่แตกต่างกัน ในการปรับปรุงโมเดลอาจใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึกขั้นสูง เช่น การใช้โครงข่ายประสาทเทียมที่ลึกขึ้น หรือการใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบโอนย้าย (Transfer Learning) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล รวมถึงการใช้เทคนิคการ

เพิ่มข้อมูล (Data Augmentation) เพื่อเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลฝึกโดยการปรับเปลี่ยนภาพ เช่น การหมุน การปรับความสว่าง หรือการเพิ่มสัญญาณรบกวน

## 2.2.2 Real-Time Motorbike Detection: AI on the Edge Perspectiv

งานวิจัยนี้เป็นผลงานของ Awais Akhtar และคณะ ตีพิมพ์ในวารสาร *Mathematics* ปี 2024 ซึ่งเน้นการพัฒนากระบวนการตรวจจับรถจักรยานยนต์แบบเรียลไทม์บนอุปกรณ์ฝังตัว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนในการใช้งานจริง งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการตรวจจับรถจักรยานยนต์แบบเรียลไทม์โดยใช้เทคโนโลยี AI และอุปกรณ์ประมวลผลฝังตัว (Edge Devices) เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยบนท้องถนนและการจัดการจราจร โดยเน้นลดต้นทุนการประมวลผลและเพิ่มความแม่นยำ ซึ่งระบบได้รับการพัฒนาและปรับแต่งบนอุปกรณ์ฝังตัวต่าง ๆ เช่น Jetson Nano, TX2, Xavier, Intel Compute Stick, และ Coral Dev Board

มีการใช้ชุดข้อมูล MB7500 ซึ่งรวบรวมภาพรถจักรยานยนต์ 7500 ภาพในสภาพแวดล้อมจริง เช่น มุมกล้องจากโดรนและ CCTV นอกจากนี้ยังเพิ่มความหลากหลายของข้อมูลด้วยการปรับแสง หมุนภาพ ตัดภาพ ทำให้ได้ภาพเพิ่มขึ้นถึง 15,000 ภาพ เลือกใช้โมเดล Single Shot Detection (SSD) พร้อม Backbone Mobilenet V2 และ YoloV5 ที่ได้รับการปรับแต่งเพื่อลดชั้น (layer) และเพิ่ม sparsity ใช้เครื่องมือเฉพาะของผู้ผลิตอุปกรณ์ เช่น TensorRT (NVIDIA), OpenVINO (Intel), และ TensorFlow Lite (Google) เพื่อปรับแต่งโมเดลให้เหมาะสมกับ Edge Devices

ผลจากการศึกษาพบว่าโมเดล SSD Mobilenet V2 ให้ค่า mAP 91.5% และ FPS 49 บน GPU บนอุปกรณ์ Jetson Xavier ได้ FPS สูงถึง 88 แต่ค่า mAP ลดลงเล็กน้อย ในส่วนของโมเดล YoloV5 เมื่อใช้งาน Augmentation โมเดลให้ค่า mAP 99% และ FPS 65 บน GPU บนอุปกรณ์ Jetson Xavier ได้ค่า mAP 90% และ FPS 51

แม้ว่า FPS จะสูงขึ้น แต่ค่า mAP บนอุปกรณ์ฝังตัวบางรุ่น เช่น Jetson Xavier ลดลงเมื่อเทียบกับการประมวลผลบน GPU



### 2.2.3 Research on Image Recognition and Visual Design Based on Artificial Intelligence

งานวิจัยของ Yi Zhang จาก CheungKong School of Art and Design, Shantou University มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรู้จำภาพร่วมกับการออกแบบภาพเชิงวิซวล (Visual Design) โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อพัฒนาระบบการออกแบบให้มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น งานวิจัยได้พัฒนาวิธีการใหม่ที่เรียกว่า PGN-RM (Pairwise Generalization Network with Markov Clustering) สำหรับการรู้จำภาพในหลายโดเมนและใช้สำหรับออกแบบงานภาพเชิงวิซวล

ในการเตรียมข้อมูลและการประมวลผลภาพของงานวิจัยนี้ ภาพสีถูกแปลงเป็นภาพขาวดำ (Grayscale) เพื่อเร่งความเร็วในการประมวลผล มีการใช้การขยายระดับสีเทา (Grayscale Stretching) เพื่อเพิ่มความชัดเจนของภาพ นอกจากนี้ยังมีการวิเคราะห์เนื้อหาภาพด้วย Gray-level Covariance Matrix

ใช้เครือข่ายประสาทกราฟ (Graph Convolutional Network - GCN) เพื่อสร้างแบบจำลองโครงสร้างกราฟของข้อมูลภาพ ใช้อัลกอริทึม Multi-step Markov Clustering เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการจัดกลุ่มภาพจากหลายโดเมน ใช้เทคนิค Instance Normalization และ Batch Normalization เพื่อเพิ่มความสามารถของโมเดล จากนั้นสร้างแบบจำลองการแบ่งโซนการออกแบบภาพเพื่อดึงข้อมูลคุณลักษณะของภาพ

ผลลัพธ์พบว่าระบบ PGN-RM สามารถทำความแม่นยำเฉลี่ยได้ถึง **91.84%** ประสิทธิภาพของการออกแบบบรรจุก้นตัวโดยอัตราส่วนสัญญาณต่อเสียงรบกวน (PSNR) อยู่ในช่วง **95.03 - 97.00** ซึ่งแสดงถึงคุณภาพที่ยอดเยี่ยม การรู้จำภาพยังช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างงานที่มีรายละเอียดและความแม่นยำสูงขึ้น

### บทที่ 3

#### วิธีการวิจัย

บทนี้นำเสนอแนวทางการดำเนินงานของโครงการในภาพรวม โดยเริ่มจากการออกแบบระบบ รู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของโครงการ โดยมุ่งหวังให้สามารถนำภาพของอะไหล่ที่ได้รับจากผู้ใช้งานมาประมวลผลเพื่อวิเคราะห์และจำแนกประเภทของอะไหล่ได้อย่างแม่นยำ

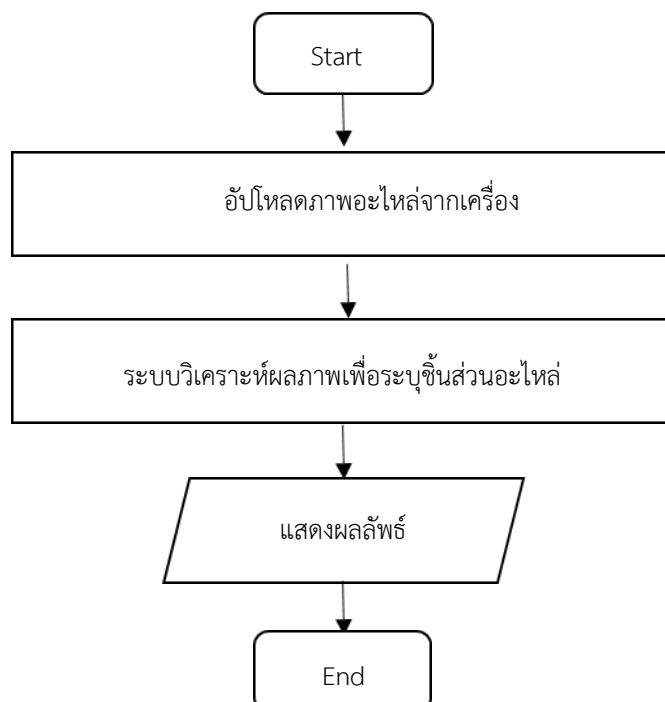
#### 3.1 ภาพรวมของโครงการ

โครงการนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์จากภาพถ่าย โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องในการจำแนกประเภทของอะไหล่จากภาพที่ผู้ใช้งานอัปโหลดผ่านแอปพลิเคชัน ระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

**ระบบส่วนหน้า** อินเทอร์เฟซผู้ใช้งานบนอุปกรณ์มือถือสำหรับให้อัปโหลดภาพอะไหล่และแสดงผลลัพธ์ที่ได้รับจากการประมวลผล

**ระบบส่วนหลัง** ประกอบด้วยโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์และจำแนกประเภทของอะไหล่จากภาพ โดยผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเบื้องต้นและส่งผลลัพธ์กลับไปยังผู้ใช้งาน

โครงสร้างของระบบจำแนกเป็นขั้นตอน ดังแสดงภาพที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานของระบบ โดยเริ่มจากการอัปโหลดภาพชิ้นส่วนอะไหล่เข้ามาในระบบ จากนั้นภาพที่ได้รับจะถูกส่งไปยังโมเดลปัญญาประดิษฐ์ซึ่งผ่านการฝึกด้วยข้อมูลชุดภาพอะไหล่ที่หลากหลาย ระบบจะทำการประมวลผลภาพ สกัดคุณลักษณะและจำแนกประเภทของอะไหล่ เช่น ผ้าเบรก, คันสตาร์ท, ลูกสูบ ฯลฯ หากอะไหล่ชิ้นนั้นมีอยู่ในฐานข้อมูลก็จะแสดงรายละเอียด ชื่อชิ้นส่วนอะไหล่ ยี่ห้อของรถ

## 3.2 การวิเคราะห์ขอบเขตและความต้องการของระบบ

### 3.3.1 ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์

- สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์ที่ใช้รันแอปพลิเคชัน

### 3.2.2 ความต้องการทางด้านซอฟต์แวร์

- ภาษาโปรแกรม Kotlin
- ไลบรารี/เฟรมเวิร์กที่ใช้ :

TensorFlow Lite (สำหรับจำแนกภาพด้วยโมเดล CNN)

Jetpack Compose (สำหรับสร้าง UI แบบ declarative)

Android Navigation Component (สำหรับจัดการหน้าต่าง ๆ ในแอป)

Material 3 (สำหรับดีไซน์ปุ่มและองค์ประกอบ UI)

- โมเดล AI : MobileNetV2
- เครื่องมือพัฒนา :

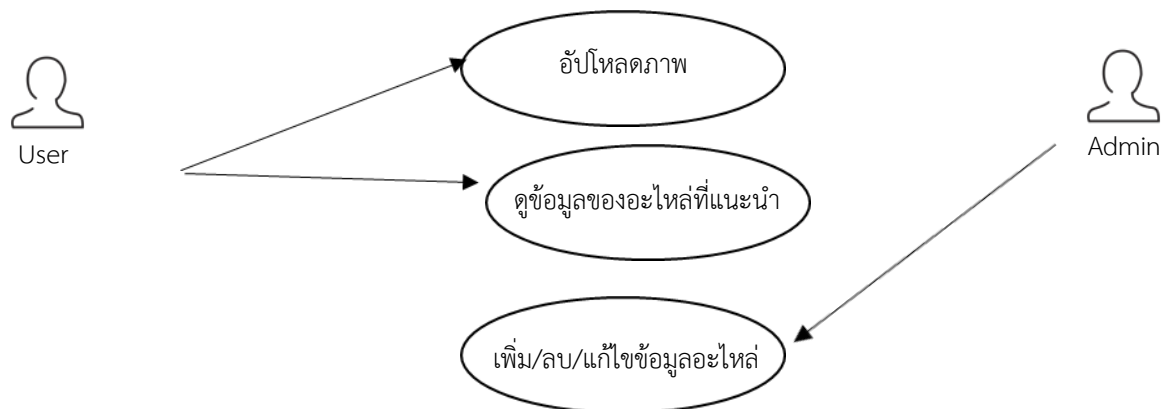
Android Studio

Gradle

VS Code

### 3.3 use case ของระบบ และ คำอธิบาย use case ของระบบ

#### 3.3.1 แผนภาพยูสเคสของระบบ



ภาพที่ 3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบ (Use case diagram)

แผนภาพยูสเคสนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้งานระบบโดยผู้ใช้งานหลัก 2 ประเภท ได้แก่ User และ Admin ซึ่งแต่ละบทบาทจะมีสิทธิ์ในการเข้าถึงและใช้งานฟังก์ชันที่แตกต่างกันดังนี้

#### บทบาทของ User

1. อัปโหลดภาพ ผู้ใช้งานสามารถอัปโหลดภาพของอะไหล่หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ระบบทำการวิเคราะห์และจำแนกชนิดของอะไหล่ได้
2. ดูข้อมูลของอะไหล่ที่แนะนำ หลังจากระบบวิเคราะห์ภาพเสร็จระบบจะแสดงข้อมูลของอะไหล่ที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดให้ผู้ใช้งานสามารถดูรายละเอียดได้ เช่น ชื่ออะไหล่ ประเภท และคำแนะนำเพิ่มเติม
3. เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่ ในบางกรณีหากเปิดให้ผู้ใช้งานทั่วไปสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการข้อมูล ระบบอาจอนุญาตให้ผู้ใช้งานทำการเพิ่ม แก้ไข หรือแจ้งลบข้อมูลบางส่วนได้

#### บทบาทของ Admin

เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่ ผู้ดูแลระบบมีสิทธิ์ในการบริหารจัดการข้อมูลทั้งหมดในระบบ เช่น เพิ่มข้อมูลอะไหล่ใหม่ ลบข้อมูลเก่าที่ไม่ถูกต้อง หรือปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ซึ่งถือเป็นหน้าที่หลักของ Admin เพื่อให้ระบบมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

### 3.3.2 คำอธิบาย use case

ตารางที่ 3.1 ฟังก์ชันอัปโหลดภาพ

รหัส Use case: UC-01	ชื่อระบบงาน : ระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่ รถจักรยานยนต์
	ชื่อ Use case : อัปโหลดภาพ
	Actor : User
<b>คำอธิบายอย่างย่อ (Brief Description)</b> ผู้ใช้สามารถเปิดแอปพลิเคชันและเริ่มใช้งานได้ทันทีโดยการอัปโหลดภาพ ระบบจะทำการวิเคราะห์ภาพเพื่อระบุชิ้นส่วนอะไหล่และแสดงผลลัพธ์ให้ผู้ใช้งานทราบ	
เงื่อนไขก่อนหน้า (Pre-condition)	ผู้ใช้อยู่ที่หน้าจอหลักของระบบ
เงื่อนไขภายหลัง (Post-condition)	ภาพที่ถูกอัปโหลดขึ้นมากจะถูกบันทึกเข้าสู่ระบบชั่วคราวเพื่อประมวลผล
<b>กระแสหลัก (Basic Flow)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้ต้องอนุญาตให้ระบบเข้าถึงภาพถ่ายในเครื่องเมื่อใช้เป็นครั้งแรก</li> <li>2. ผู้ใช้ทำการอัปโหลดภาพอะไหล่ที่ต้องการวิเคราะห์</li> <li>4. ระบบทำการบันทึกภาพลงฐานข้อมูลชั่วคราวและลบทิ้งทันทีหลังแสดงผล</li> <li>5. ระบบทำการวิเคราะห์ภาพชิ้นส่วนอะไหล่</li> </ol>	
<b>กระแสรอง (Alternative Flow)</b> <p>A1 จากกระแสหลักที่ 1 หากผู้ใช้ปฏิเสธการอนุญาตเข้าถึงภาพ ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนให้อนุญาตการเข้าถึงภาพในเครื่อง</p> <p>A2 กรณีภาพที่อัปโหลดไม่เกี่ยวข้องกับอะไหล่หรือเป็นประเภทที่ไม่พบในฐานข้อมูล ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือน</p>	

ตารางที่ 3.2 แสดงคำอธิบายฟังก์ชันข้อมูลอะไหล่ที่แนะนำ

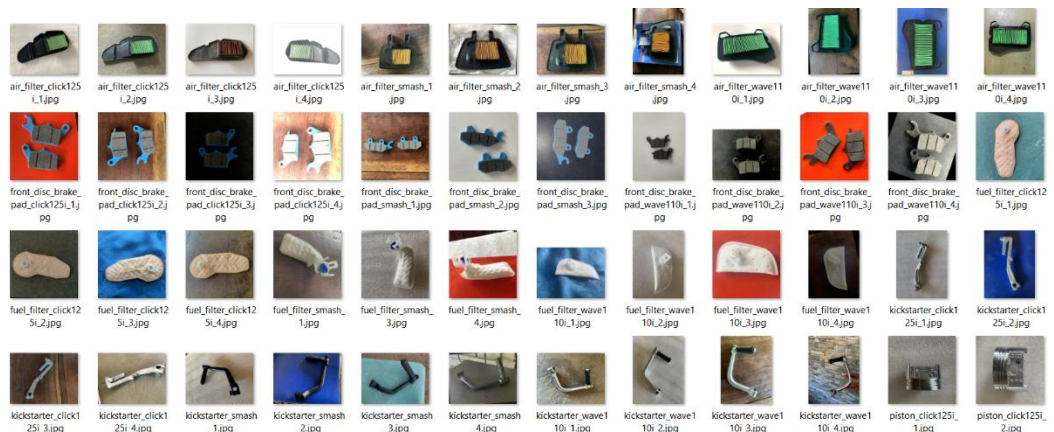
รหัส Use case: UC-02	ชื่อระบบงาน : ระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่ รถจักรยานยนต์
	ชื่อ Use case : ดูข้อมูลอะไหล่ที่แนะนำ
	Actor : User
<b>คำอธิบายอย่างย่อ (Brief Description)</b> ผู้ใช้สามารถดูผลการวิเคราะห์ที่ระบบแสดงให้ จะมีการแสดงชื่ออะไหล่ ยี่ห้อและรุ่นรถที่ใช้อะไหล่ชิ้นนี้	
เงื่อนไขก่อนหน้า (Pre-condition)	ผู้ใช้อัปโหลดภาพชิ้นส่วนอะไหล่เข้าสู่ระบบ
เงื่อนไขภายหลัง (Post-condition)	ระบบแสดงหน้าข้อมูลของอะไหล่
<b>กระแสหลัก (Basic Flow)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ผู้ใช้เปิดแอปพลิเคชัน</li> <li>2. ผู้ใช้ทำการอัปโหลดภาพอะไหล่เข้าสู่ระบบ</li> <li>3. ระบบประมวลผลระบุข้อมูลชิ้นส่วนอะไหล่</li> <li>4. ระบบค้นหาข้อมูลอะไหล่</li> <li>5. ระบบแสดงรายละเอียดของอะไหล่</li> </ol>	
<b>กระแสรอง (Alternative Flow)</b> A1 กรณีผู้ใช้อัปโหลดภาพที่ไม่ชัดเจน ระบบจะแจ้งเตือนว่าภาพที่อัปโหลดไม่สามารถวิเคราะห์ได้	

ตารางที่ 3.3 เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่

รหัส Use case: UC-3	ชื่อระบบงาน : ระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่ รถจักรยานยนต์
	ชื่อ Use case : เพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่
	Actor : Admin
<b>คำอธิบายอย่างย่อ (Brief Description)</b> Admin ต้องการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่รถจักรยานยนต์ทำให้ Application มีอัพเดทข้อมูลอยู่เสมอ	
เงื่อนไขก่อนหน้า (Pre-condition)	ระบบต้องเชื่อมต่อฐานข้อมูลและพร้อมใช้งาน
เงื่อนไขภายหลัง (Post-condition)	Admin สามารถเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่ รถจักรยานยนต์
<b>กระแสหลัก (Basic Flow)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>Admin เปิดส่วนจัดการข้อมูลผ่านเครื่องมือพัฒนาที่เชื่อมต่อกับระบบ</li> <li>ระบบแสดงข้อมูลอะไหล่ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล</li> <li>Admin ทำการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูลอะไหล่ที่ต้องการ</li> <li>ระบบทำการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ฐานข้อมูล</li> </ol>	
<b>กระแสรอง (Alternative Flow)</b> -	

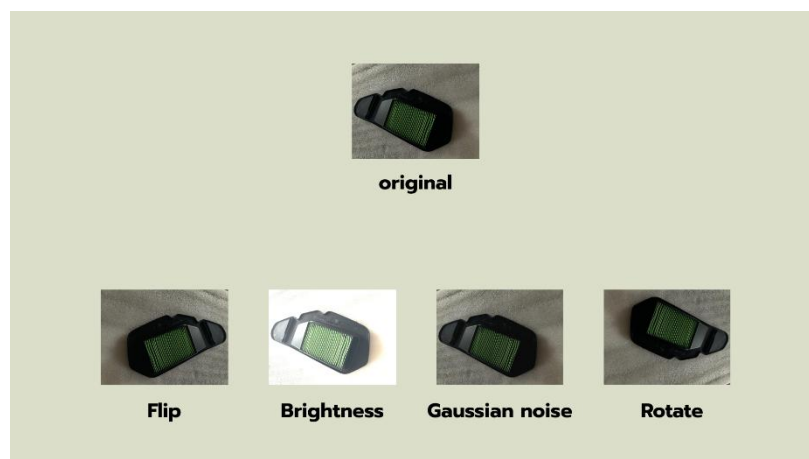
### 3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ทำการรวบรวมภาพถ่ายของชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ คันสตาร์ท, ผ้าเบรกดิสหน้า, ลูกสูบ, ใส้กรองน้ำมันเชื้อเพลิง และใส้กรองอากาศ โดยถ่ายจากมุมมองที่หลากหลาย และภายใต้สภาพแสงที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุมและหลากหลายมากที่สุด



ภาพที่ 3.3 ภาพถ่ายอะไหล่

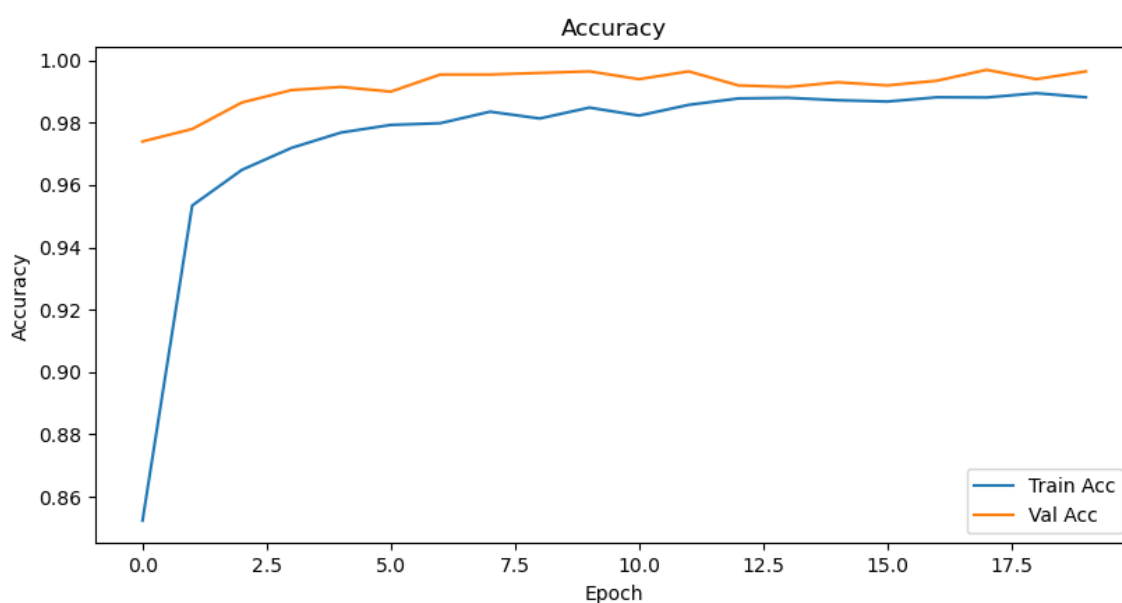
2. ตรวจสอบความสมดุลของข้อมูลในแต่ละคลาสพบว่าบางคลาสมีจำนวนน้อย จึงดำเนินการเพิ่มข้อมูลด้วยเทคนิค Data Augmentation เช่น การปรับแสง , การหมุนภาพ , การกลับภาพ , การเพิ่ม noise ให้กับภาพเพื่อเพิ่มความหลากหลายและป้องกันปัญหา Overfitting



ภาพที่ 3.4 ผลจากการทำ Data Augmentation



3. แบ่งชุดข้อมูลออกเป็นออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ train, validation, และ test โดยมีสัดส่วน 80% , 10% , 10% ตามลำดับ
4. การสร้างและฝึกโมเดล ใช้โมเดล MobileNetV2 ซึ่งเป็นโมเดล Convolutional Neural Network (CNN) ที่ถูกออกแบบมาให้มีขนาดเล็กและเหมาะกับอุปกรณ์พกพา ภาพทั้งหมดถูกปรับขนาดเป็น 224x224 พิกเซล และโหลดแบบ batch ละ 32 รูป เพื่อความเหมาะสมกับสถาปัตยกรรมของ MobileNetV2 จากนั้นนำโมเดล MobileNetV2 ที่ผ่านการฝึกมาก่อนแล้วมาใช้งาน มีการฝึกโมเดลทั้งหมด 20 Epochs และใช้ ModelCheckpoint เพื่อบันทึกเฉพาะโมเดลที่มี val\_accuracy สูงที่สุด หลังฝึกเสร็จ จะมีการแสดงกราฟความแม่นยำ (Accuracy) เพื่อวิเคราะห์การเรียนรู้ของโมเดลในแต่ละรอบ



ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงความแม่นยำของโมเดล

5. ทดสอบโมเดลกับชุดข้อมูลภาพทดสอบ โดยเตรียมข้อมูลด้วยการปรับขนาดภาพและแบ่งเป็น batch จากนั้นประเมินความแม่นยำของโมเดล พร้อมรายงานคะแนน Precision, Recall, และ F1-Score เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโมเดลในการจำแนกภาพแต่ละคลาสอย่างละเอียด

	precision	recall	f1-score	support
Air_filter_Air_filter_unknown	1.00	1.00	1.00	100
Air_filter_Click125i	1.00	1.00	1.00	100
Air_filter_Smash	1.00	1.00	1.00	100
Air_filter_Wave110i	1.00	1.00	1.00	100
Front_disc_brake_pads_Click125i	0.99	0.99	0.99	100
Front_disc_brake_pads_Front_disc_brake_pads_unknown	1.00	0.99	0.99	100
Front_disc_brake_pads_Smash	1.00	1.00	1.00	100
Front_disc_brake_pads_Wave110i	0.98	0.99	0.99	100
Fuel_filter_Click125i	1.00	1.00	1.00	100
Fuel_filter_Fuel_filter_unknown	1.00	0.99	0.99	100
Fuel_filter_Smash	1.00	1.00	1.00	100
Fuel_filter_Wave110i	0.99	1.00	1.00	100
Kickstarters_Click125i	0.99	0.99	0.99	100
Kickstarters_Kickstarters_unknown	0.99	0.99	0.99	100
Kickstarters_Smash	1.00	1.00	1.00	100
Kickstarters_Wave110i	1.00	1.00	1.00	100
Piston_Click125i	1.00	1.00	1.00	100
Piston_Piston_unknown	1.00	0.97	0.98	100
Piston_Smash	0.99	1.00	1.00	100
Piston_Wave110i	0.98	1.00	0.99	100
accuracy			1.00	2000
macro avg	1.00	1.00	1.00	2000
weighted avg	1.00	1.00	1.00	2000

### ภาพที่ 3.6 Classification Report

ภาพที่ 3.4 แต่ละแถวแสดงถึงคลาสหรือประเภทของข้อมูลที่โมเดลพยายามจำแนก ในที่นี้คลาสจะอยู่ในรูปแบบ [ประเภทอะไหล่]\_[รุ่นมอเตอร์ไซค์] นอกจากนี้ยังมีแถวสรุปผลโดยรวม ได้แก่ accuracy, macro avg และ weighted avg แต่ละคอลัมน์แสดงถึงเมตริกการประเมินผลที่สำคัญ ได้แก่ precision, recall, f1-score และ support

**Precision** คือสัดส่วนของตัวอย่างที่โมเดลทำนายว่าเป็นคลาสนั้นได้อย่างถูกต้อง จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่โมเดลทำนายว่าเป็นคลาสนั้น โดยค่า precision ส่วนใหญ่สูงมาก อยู่ที่ 0.98 - 1.00 ซึ่งบ่งชี้ว่าเมื่อโมเดลทำนายว่าสิ่งใดเป็นคลาสหนึ่ง ๆ มักจะถูกต้อง

**Recall** คือสัดส่วนของตัวอย่างที่เป็นคลาสนั้นจริง ๆ ที่โมเดลสามารถทำนายได้อย่างถูกต้อง ซึ่งค่าที่ได้อยู่ที่ 0.97 - 1.00 แสดงว่าโมเดลสามารถระบุตัวอย่างที่เป็นคลาสต่าง ๆ ได้เกือบทั้งหมด

**F1-score** เป็นค่าเฉลี่ยแบบฮาร์โมนิกของ precision และ recall โดยให้ความสำคัญกับทั้งสองเมตริกอย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งค่า f1-score ที่ได้สูงมาก สะท้อนถึงประสิทธิภาพโดยรวมที่ดีเยี่ยมทั้งในด้านความแม่นยำและความครอบคลุม

**Support** คือจำนวนตัวอย่างจริง ๆ ที่เป็นของคลาสนั้น ๆ ในชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าแต่ละคลาสมีข้อมูลจำนวนเท่าใดสำหรับโมเดลในการเรียนรู้และประเมินผล ซึ่งทุกคลาสมี support เท่ากับ 100 ซึ่งหมายความว่าในชุดข้อมูลทดสอบ มีตัวอย่างของอะไหล่แต่ละชนิดและแต่ละรุ่น 100 ตัวอย่าง

6. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานของแอปพลิเคชันให้เรียบง่าย ใช้งานสะดวก โดยใช้เครื่องมือ Figma สำหรับการออกแบบเลย์เอาต์และองค์ประกอบต่าง ๆ ของแอปพลิเคชัน
7. ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยภาษา Kotlin สำหรับระบบปฏิบัติการ Android และเชื่อมต่อกับโมเดล AI ที่ได้รับการฝึกฝน เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพและแสดงผลลัพธ์ได้ภายในแอปพลิเคชัน

### 3.5 วิธีการวัดผล

1. การทดสอบความแม่นยำของโมเดล (Accuracy Testing) ทำการทดสอบโมเดลด้วยชุดข้อมูลทดสอบที่ไม่เคยถูกใช้ในการฝึกโมเดลมาก่อน โดยในแต่ละคลาสของชิ้นส่วนอะไหล่ ผลลัพธ์ที่คาดหวังคือโมเดลต้องสามารถจำแนกประเภทอะไหล่ได้อย่างถูกต้องในระดับ Accuracy มากกว่า 85% เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือในการใช้งานจริง
2. การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ (Performance Testing) นอกจากความแม่นยำแล้วยังมีการทดสอบเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลภาพต่อภาพ โดยกำหนดให้ระบบควรใช้เวลาประมวลผล น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 วินาทีต่อภาพ เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งานจริงในสถานการณ์ที่หลากหลาย
3. การเปรียบเทียบการทำนายระหว่างมนุษย์กับแอปพลิเคชัน เพื่อประเมินความแม่นยำและความเร็วของระบบ AI ที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับการจำแนกอะไหล่ด้วยสายตาของมนุษย์ โดยใช้วิธีดังนี้
  1. เลือกชุดภาพทดสอบจำนวน 60 ภาพ ซึ่งไม่เคยถูกใช้ในการฝึกโมเดล
  2. ให้ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการดูภาพและระบุชื่ออะไหล่ด้วยตนเอง โดยไม่มีการช่วยเหลือจากระบบ
  3. บันทึกเวลาที่ใช้ในการให้คำตอบของแต่ละคนและจำนวนที่ตอบถูก
  4. ทำการประมวลผลภาพเดียวกันด้วยแอปพลิเคชันที่พัฒนาไว้ โดยวัด เวลาในการประมวลผลอัตโนมัติและผลลัพธ์ของระบบ
  5. เปรียบเทียบความแม่นยำระหว่างมนุษย์และระบบ (Accuracy), เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการประมวลผล (Speed) , ตรวจสอบความสม่ำเสมอของผลลัพธ์เมื่อประมวลผลภาพเดิมหลายรอบ (Consistency)

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง ระบบ AI มีความแม่นยำมากกว่ามนุษย์ ( $\geq 85\%$ ) โดยเฉพาะในอะไหล่ที่หน้าตาคล้ายกัน ระบบใช้เวลาน้อยกว่ามนุษย์ในการจำแนก ( $\leq 5$  วินาทีต่อภาพ) ระบบให้ผลลัพธ์ที่สม่ำเสมอกว่ามนุษย์ โดยไม่มีความคลาดเคลื่อนตามอารมณ์หรือความเหนื่อยล้า

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

บทนี้นำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาและทดสอบระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ทั้งในด้านความถูกต้องของโมเดล AI ประสิทธิภาพของระบบ และการใช้งานในสถานการณ์จริง โดยแสดงผลในรูปแบบข้อความ ตาราง และภาพประกอบ เพื่อให้เห็นภาพรวมของประสิทธิผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินโครงการ

#### 4.1 ผลการพัฒนาโมเดล AI

จากการพัฒนาและฝึกโมเดลรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์โดยใช้เทคนิค Transfer Learning กับโครงข่ายประสาทเทียม MobileNetV2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในโครงการนี้ประกอบด้วยภาพชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์จำนวน 5 ประเภทหลัก ได้แก่ คันสตาร์ท, ผ้าเบรกดิสหน้า, ลูกสูบ, ใส์กรองน้ำมันเชื้อเพลิง, ใส์กรองอากาศ แต่ละประเภทของอะไหล่มีรุ่นย่อยอีก 4 คลาส ได้แก่ Honda Click125i, Suzuki Smash, Honda Wave110i รวมทั้งหมด 20 คลาส จำนวนภาพทั้งหมดที่ใช้ในการฝึกและทดสอบ 20,000 รูป สรุปผลลัพธ์ที่ได้ดังนี้

Training Accuracy : 99.70%

Validation Accuracy : 99.5%

Test Accuracy : 99.55%

Loss (Train/Validation) : ต่ำกว่า 0.02

#### 4.2 ผลการทดสอบในสถานการณ์จริง

เมื่อทำการทดสอบระบบบนอุปกรณ์มือถือโดยจำลองสถานการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ ภาพถ่ายจากกล้องมือถือทั่วไปในสภาพแสงธรรมชาติ ภาพที่ถ่ายในที่แสง ภาพที่มีการเบลอเล็กน้อยหรือถ่ายมุมเอียง ผลการทดสอบพบว่าระบบสามารถจำแนกอะไหล่ได้ถูกต้อง ประมาณ 95% ของภาพทั้งหมดที่นำมาทดสอบ (จาก 60 ภาพ) ในกรณีภาพที่เบลอมากหรือแสงสะท้อนแรง พบว่ามีการทำนายผิดพลาดบ้างกรณี เวลาประมวลผลต่อภาพเฉลี่ย ไม่เกิน 3 วินาที บนอุปกรณ์ระดับกลาง การแสดงผลในแอปพลิเคชันทำงานราบรื่น ไม่ค้างหรือหน่วง

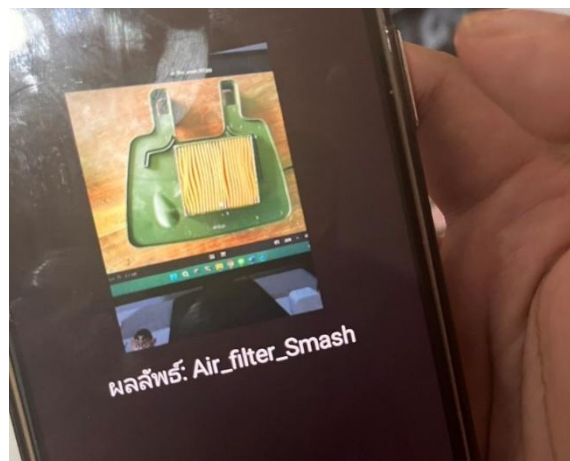
#### 4.3 ผลการเปรียบเทียบการใช้งานระหว่างมนุษย์กับแอปพลิเคชัน

จากที่ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการจำแนกอะไหล่รถจักรยานยนต์ระหว่างผู้ใช้งานทั่วไปกับแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น โดยออกแบบการทดลองดังนี้

ใช้ภาพอะไหล่จำนวน 60 ภาพ ที่ไม่เคยใช้ฝึกโมเดลให้ผู้ใช้งานทั่วไปทำการดูภาพและระบุประเภท/รุ่นของอะไหล่ด้วยตนเอง จากนั้นใช้ภาพชุดเดียวกันทดสอบผ่านแอปพลิเคชัน บันทึก เวลาที่ใช้ในการจำแนก, คำตอบที่ถูกต้องและความสม่ำเสมอ



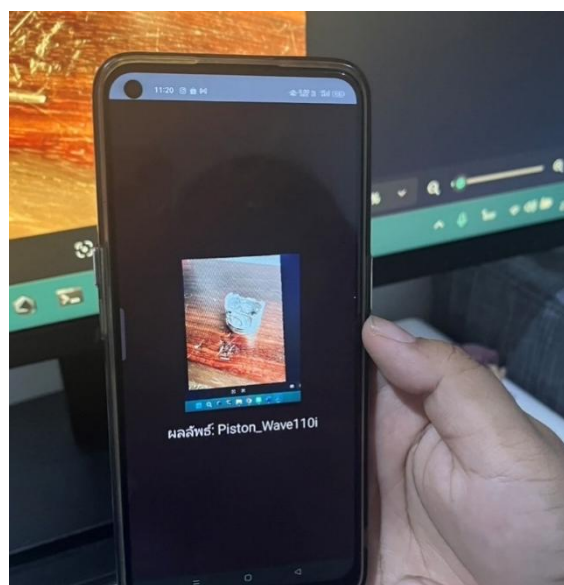
ภาพที่ 4.1 ผู้ใช้งานทดสอบกับภาพจริง



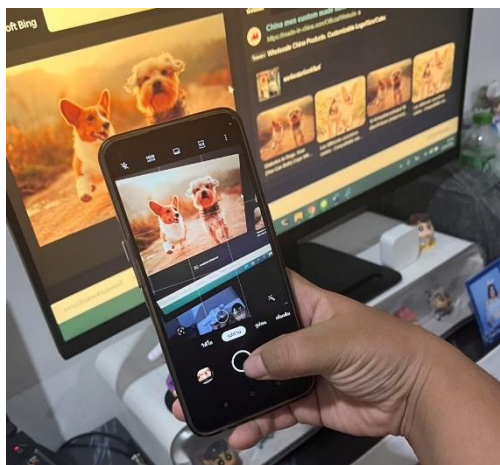
ภาพที่ 4.2 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ



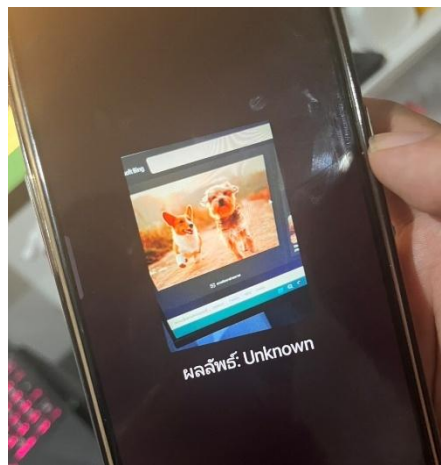
ภาพที่ 4.3 ผู้ใช้งานทดสอบกับภาพจริง



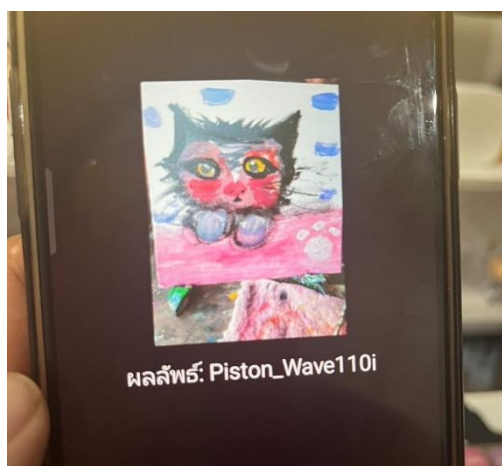
ภาพที่ 4.4 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ



ภาพที่ 4.5 ทดสอบกับภาพที่ไม่ใช่อะไหล่



ภาพที่ 4.6 ผลจากการวิเคราะห์ของระบบ



ภาพที่ 4.7 ทดสอบกับภาพที่ไม่ใช่อะไหล่



ภาพที่ 4.8 อะไหล่ที่ระบบเข้าใจผิด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลอง

ตัวแปรที่วัด	ผู้เชี่ยวชาญ	คนทั่วไป	แอปพลิเคชัน
ความแม่นยำ (Accuracy)	76.67 %	60%	90 %
เวลาเฉลี่ยที่ใช้จำแนก ภาพ (วินาที)	3.92	6.42	2.09
ความมั่นใจในการตอบ	ปานกลาง	น้อย	สูง

จากตารางที่ 4.3 แอปพลิเคชันมีความแม่นยำสูงสุดที่ 90% ซึ่งสูงกว่าผู้เชี่ยวชาญ (76.67%) และคนทั่วไป (60%) อย่างชัดเจน ผู้เชี่ยวชาญมีความแม่นยำสูงกว่าคนทั่วไปมาก แสดงให้เห็นว่า ความรู้และประสบการณ์ช่วยให้ตอบถูกได้มากขึ้น คนทั่วไปมีความแม่นยำน้อยสุดสะท้อนถึงความยาก หรือขาดความชำนาญในการจำแนกภาพ

แอปพลิเคชันใช้เวลาที่น้อยที่สุดเนื่องจากการประมวลผลแบบอัตโนมัติและรวดเร็ว ผู้เชี่ยวชาญ ใช้เวลาน้อยกว่าคนทั่วไป (3.92 วินาที เทียบกับ 6.42 วินาที) เพราะมีประสบการณ์และความรู้ช่วยให้ ตัดสินใจเร็วขึ้น คนทั่วไปใช้เวลานานที่สุดอาจเกิดจากความไม่มั่นใจหรือขาดความเชี่ยวชาญในการ จำแนกภาพ

ความมั่นใจในการตอบแอปพลิเคชันมีความมั่นใจสูงสุดเพราะโมเดลคำนวณความน่าจะเป็น ของแต่ละคลาสได้อย่างแม่นยำและสม่ำเสมอ ผู้เชี่ยวชาญมีความมั่นใจในระดับปานกลางอาจมีบาง กรณีที่ไม่มั่นใจหรือต้องใช้เวลาตัดสินใจเพิ่มเติม คนทั่วไปมีความมั่นใจน้อยที่สุดสอดคล้องกับความ แม่นยำที่ต่ำกว่าและเวลาที่ใช้จำแนกที่นานกว่า

แอปพลิเคชันแสดงประสิทธิภาพที่เหนือกว่าทั้งในแง่ความแม่นยำและความเร็วในการจำแนก ภาพ ซึ่งช่วยลดภาระเวลาและเพิ่มความถูกต้องได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ผู้เชี่ยวชาญยังคงให้ผลลัพธ์ ที่ดีในระดับสูงแต่ใช้เวลามากกว่าระบบอัตโนมัติ ส่วนคนทั่วไปมีความแม่นยำและความมั่นใจต่ำกว่า อย่างเห็นได้ชัดพร้อมทั้งใช้เวลานานที่สุดในการตอบข้อจำแนกภาพ ดังนั้นระบบที่สร้างขึ้นจึงเป็น เครื่องมือที่มีประโยชน์มากสำหรับช่วยเหลือผู้ใช้งานทุกกลุ่ม โดยเฉพาะคนทั่วไปที่อาจขาดความรู้และ ประสบการณ์ในการจำแนกอะไหล่รถจักรยานยนต์



ตารางที่ 4.4 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของแอปพลิเคชัน

	ไลกรองอากาศ Click	ไลกรองอากาศ Sm	ไลกรองอากาศ Wave	ผ้าเบรกดิสหน้า Click	ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	ผ้าเบรกดิสหน้า Wave	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง S	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	คันสตาร์ท Click125i	คันสตาร์ท Smash	คันสตาร์ท Wave110i	ลูกสูบ Click125i	ลูกสูบ Smash	ลูกสูบ Wave110i
ไลกรองอากาศ Click125i	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Smash	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Wave110i	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Click125i	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Wave110i	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Click125i	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Smash	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
คันสตาร์ท Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
คันสตาร์ท Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
คันสตาร์ท Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
ลูกสูบ Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
ลูกสูบ Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
ลูกสูบ Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3

ตารางที่ 4.5 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของผู้เชี่ยวชาญ

	ไลกรองอากาศ Click	ไลกรองอากาศ Sm	ไลกรองอากาศ Wave	ผ้าเบรกดิสหน้า Click	ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	ผ้าเบรกดิสหน้า Wave	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง S	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	คันสตาร์ท Click125i	คันสตาร์ท Smash	คันสตาร์ท Wave110i	ลูกสูบ Click125i	ลูกสูบ Smash	ลูกสูบ Wave110i
ไลกรองอากาศ Click125i	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Smash	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Wave110i	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Click125i	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Wave110i	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Click125i	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Smash	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Wave110i	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
คันสตาร์ท Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
คันสตาร์ท Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
คันสตาร์ท Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
ลูกสูบ Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
ลูกสูบ Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
ลูกสูบ Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

ตารางที่ 4.6 Confusion Matrix แสดงผลการทำนายของคนทั่วไป

	ไลกรองอากาศ Click	ไลกรองอากาศ Sm	ไลกรองอากาศ Wave	ผ้าเบรกดิสหน้า Click	ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	ผ้าเบรกดิสหน้า Wave	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง S	ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง	คันสตาร์ท Click125i	คันสตาร์ท Smash	คันสตาร์ท Wave110i	ลูกสูบ Click125i	ลูกสูบ Smash	ลูกสูบ Wave110i
ไลกรองอากาศ Click125i	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Smash	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองอากาศ Wave110i	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Click125i	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Smash	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ผ้าเบรกดิสหน้า Wave110i	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Click125i	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Smash	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0
ไลกรองน้ำมันเชื้อเพลิง Wave110i	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0
คันสตาร์ท Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0
คันสตาร์ท Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
คันสตาร์ท Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0
ลูกสูบ Click125i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
ลูกสูบ Smash	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0
ลูกสูบ Wave110i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0

ตารางที่ 4.4 - 4.6 คือ Confusion Matrix ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินประสิทธิภาพของโมเดลการจำแนกประเภทในงาน Machine Learning โดย Confusion Matrix จะแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบตารางที่ละเอียด ช่วยให้เห็นว่าโมเดลทำนายถูกและทำนายผิดพลาดอย่างไรบ้าง โดยแถว

แสดงถึงค่าจริง (Actual Classes) หรือคลาสที่ถูกตั้งของข้อมูล ส่วนคอลัมน์แสดงถึง ค่าที่โมเดลทำนาย (Predicted Classes) หรือคลาสที่โมเดลคาดการณ์

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถจำแนกอะไหล่ได้ถูกต้องถึง 54 ภาพ จากทั้งหมด 60 ภาพ คิดเป็น 90% ส่วนตารางที่ 4.5 เป็นผลการนำแนกของผู้ที่เชี่ยวชาญที่ทำงานกับอะไหล่มาเป็นระยะเวลาหลายปี ผลคือตอบถูก 46 ภาพ คิดเป็น 76.67 % และตารางที่ 4.6 เป็นผลจากการจำแนกอะไหล่ของบุคคลทั่วไปที่ไม่ได้มีความรู้ด้านอะไหล่เป็นพิเศษ ผลคือตอบถูก 36 ภาพ หรือคิดเป็น 60%

#### 4.4 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

ในการดำเนินโครงการนี้พบปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการพัฒนาและคุณภาพของระบบ ได้แก่

1. ความหลากหลายของข้อมูลภาพไม่เพียงพอในบางรุ่นของอะไหล่ แม้จะมีการแบ่งอะไหล่ออกเป็น 20 รุ่น แต่บางรุ่นมีจำนวนภาพน้อยเกินไป ส่งผลให้โมเดลเรียนรู้ได้ไม่สมดุล จึงต้องใช้เทคนิคการเพิ่มข้อมูล (Data Augmentation) เพื่อแก้ปัญหา
2. ภาพบางส่วนมีแสงและเงาที่รบกวนการประมวลผล ภาพถ่ายที่แสงจ้าหรือมีเงาดำจัดทำให้โมเดลตีความผิดได้ รวมถึงความคล้ายกันระหว่างบางอะไหล่ ทำให้โมเดลต้องแยกความแตกต่างที่ละเอียดซึ่งเป็นความท้าทาย
3. การเชื่อมต่อระหว่างแอปพลิเคชันกับโมเดลมีความซับซ้อนในช่วงแรก โดยเฉพาะการนำโมเดล .tflite ไปใช้งานจริงบนแอป Kotlin ทำให้ต้องศึกษาเอกสารเพิ่มเติม และแก้ไขปัญหาการแสดงผลและขนาดของไฟล์โมเดล

#### 4.5 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินโครงการนี้พบว่าสามารถพัฒนาระบบที่ทำงานได้จริง โดยใช้โมเดล MobileNetV2 จำนวนคลาสทั้งหมด 20 คลาส (5 ประเภท  $\times$  4 รุ่น) ซึ่งทำให้ระบบสามารถแยกแยะอะไหล่ได้ละเอียดระดับรุ่น ระบบได้รับการฝึกด้วยชุดข้อมูลภาพถ่ายกว่า 20,000 ภาพ โดยใช้เทคนิค Data Augmentation เพื่อเพิ่มความหลากหลายและแก้ไขปัญหาความไม่สมดุลของข้อมูล การฝึกโมเดลให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ โดยมี Test Accuracy สูงถึง 99.55% และค่า Loss ต่ำกว่า 0.02 แสดงถึงความแม่นยำและเสถียรของระบบ

การทดสอบในสภาพแวดล้อมจริงบนอุปกรณ์มือถือแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถประมวลผลภาพและแสดงผลได้ภายในเวลาเฉลี่ย 2.8 วินาที/ภาพ มีความแม่นยำในการจำแนกในสถานการณ์ทั่วไป ประมาณ 90% ระบบยังสามารถทำงานได้แม้ในกรณีที่ภาพมีแสงน้อยหรือมีความเบลอเล็กน้อย นอกจากนี้ยังได้ทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบกับการจำแนกด้วยสายตามนุษย์ พบว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้ เร็วกว่า แม่นยำกว่า และสม่ำเสมอกว่า โดยเฉพาะในการจำแนกอะไหล่ที่คล้ายกันซึ่งมนุษย์มักสับสน

ถึงแม้จะพบอุปสรรคในการจัดการกับข้อมูลบางคลาสที่ภาพน้อย หรือการปรับใช้งานโมเดลบนแอปพลิเคชันมือถือ แต่โดยรวมระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบโจทย์เป้าหมายของโครงการได้ครบถ้วนทั้งด้านความแม่นยำ ประสิทธิภาพและความพร้อมสำหรับการใช้งานจริง

## บทที่ 5

### สรุป

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรู้จำชิ้นส่วนอะไหล่รถจักรยานยนต์ด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยใช้โมเดล MobileNetV2 ซึ่งได้รับการฝึกจากภาพถ่ายของอะไหล่ 5 ประเภท แบ่งเป็นประเภทละ 4 รุ่น รวมทั้งหมด 20 คลาส และมีการเพิ่มชุดข้อมูล Unknown model อีก 5 คลาสสำหรับทดสอบความสามารถในการรับมือกับข้อมูลที่โมเดลไม่รู้จัก โมเดลถูกฝึกด้วยภาพ 20,000 ภาพและใช้เทคนิค Data Augmentation เพื่อเพิ่มความหลากหลาย

ผลลัพธ์จากการทดสอบให้ค่า Accuracy บนชุดข้อมูลทดสอบอยู่ที่ 99.55% ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูงมากทำให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานบนอุปกรณ์มือถือ นอกจากนี้ได้มีการเปรียบเทียบผลการทำงานระหว่างมนุษย์กับแอปพลิเคชัน พบว่ามนุษย์ที่มีความเชี่ยวชาญเรื่องอะไหล่รถจักรยานยนต์มีความแม่นยำเฉลี่ย 76.67% ใช้เวลาเฉลี่ยต่อภาพ 3.92 วินาที ขณะที่แอปพลิเคชันมีความแม่นยำ 90% และใช้เวลาเฉลี่ย 2.8 วินาที ระบบจึงสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้ดีกว่าในทุกด้าน ทั้งความเร็ว ความแม่นยำและความสม่ำเสมอ

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

แม้ระบบที่พัฒนาจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ยังมีจุดที่ควรพัฒนาและข้อเสนอแนะสำหรับการต่อยอดในอนาคตดังนี้

1. เพิ่มจำนวนและความหลากหลายของข้อมูลฝึก โดยเฉพาะคลาสที่มีข้อมูลน้อย และรวบรวมภาพจากสถานการณ์จริงที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น จากร้านซ่อม หรือผู้ใช้งานทั่วไป
2. ปรับปรุงโมเดลให้สามารถแยกแยะรุ่นที่คล้ายกันได้ดียิ่งขึ้น อาจใช้เทคนิค Fine-grained Image Classification หรือเพิ่มความละเอียดของภาพขณะประมวลผล
3. ขยายจำนวนประเภทอะไหล่ให้ครอบคลุมมากขึ้น เพื่อรองรับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรมหรือตลาดออนไลน์ของอะไหล่มือสอง
4. พัฒนา UX/UI ของแอปพลิเคชันให้ใช้งานง่ายขึ้น โดยเฉพาะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานด้านเทคโนโลยี
5. ทดสอบกับผู้ใช้งานจริงมากขึ้นทั้งในแง่ความเข้าใจระบบ การใช้งานเบื้องต้นและความพึงพอใจเพื่อปรับปรุงเวอร์ชันถัดไปให้ตอบโจทย์

## รายการอ้างอิง

- [1]Pew Research Center. "Car, Bike or Motorcycle? Depends on Where You Live." *Pew Research Center*, 16 Apr. 2015,  
<https://www.pewresearch.org/short-reads/2015/04/16/car-bike-or-motorcycle-depends-on-where-you-live/>. Accessed 15 Nov. 2024.
- [2]Simplilearn. "Image Processing: An Introduction to Image Processing." *Simplilearn*, n.d., <https://www.simplilearn.com/image-processing-article>. Accessed 19 Nov. 2024.
- [3]GeeksforGeeks. "What Is Image Processing?" *GeeksforGeeks*, n.d.,  
<https://www.geeksforgeeks.org/what-is-image-processing/>. Accessed 19 Nov. 2024.
- [4]GeeksforGeeks. "Digital Image Processing Basics." *GeeksforGeeks*, n.d.,  
<https://www.geeksforgeeks.org/digital-image-processing-basics/>. Accessed 19 Nov. 2024.
- [5]V7 Labs. "The Ultimate Guide to Image Processing in 2024." *V7 Labs*, n.d.,  
<https://www.v7labs.com/blog/image-processing-guide>. Accessed 21 Nov. 2024.
- [6]Builtin. "What Is Image Recognition?" *Builtin*, n.d.,  
<https://builtin.com/artificial-intelligence/image-recognition>. Accessed 21 Nov. 2024.
- [7]Bualabs. "What Is Convolutional Neural Network (CNN)?" *Bualabs*, n.d.,  
<https://www.bualabs.com/archives/2461/what-is-convolutional-neural-network-cnn-convnet-mnist-deep-learning-convnet-ep-1/>. Accessed 21 Nov. 2024.
- [8]Amazon Web Services. "What Is Machine Learning?" *Amazon Web Services*, n.d., <https://aws.amazon.com/th/what-is/machine-learning/>. Accessed 21 Nov. 2024.
- [9]Masula, Jess Z., et al. "Motorcycle Recognition System Using Convolutional Neural Network." *Journal of Innovative Technology*

*Convergence*, vol. 6, no. 3, 2024, pp. 91–98. InnoCon Publishing,  
<https://doi.org/10.69478/JITC2024v6n3a09>.

[10]Akhtar, Awais, et al. "Real-Time Motorbike Detection: AI on the Edge Perspective." *Mathematics*, vol. 12, no. 1103, 2024,  
<https://doi.org/10.3390/math12071103>.

[11]Zhang, Yi. "Research on Image Recognition and Visual Design Based on Artificial Intelligence." *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, vol. 9, no. 1, 2024, pp. 1–18,

