



โดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
DRONE MARINE AND COASTAL POLLUTION MONITORING WITH ARTIFICIAL
INTELLIGENT TECHNOLOGY

ชินวัตร อนุรักษ์อุดม
CHINNAWAT ANURAKAUDOM
ตัลฮา ยะรังวงศ์
TANHA YARANGWONG
พีรณัฐ โกลิยานนท์
PEERANAT KOLIYANON

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2565

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง โดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
DRONE MARINE AND COASTAL POLLUTION MONITORING WITH ARTIFICIAL
INTELLIGENT TECHNOLOGY

จัดทำ

นายชินวัตร อนุรักษ์อุดม	รหัสประจำตัว 62201172
นายตัลฮา ยะรังวงษ์	รหัสประจำตัว 62201178
นายพีรณัฐ โกลิยานนท์	รหัสประจำตัว 62201184



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญาโท

หัวข้อปริญญาโท PROJECT TITLE โดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์
ชื่อนักศึกษา นายชินวัตร อนุรักษอุดม รหัสประจำตัว 62201172
นายตัลฮา ยะรังวงศ์ รหัสประจำตัว 62201178
นายพีรณัฐ โกลิยานนท์ รหัสประจำตัว 62201184
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ
ปีการศึกษา 2565

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.รัฐพงษ์ สุวลักษณ์ ประธานกรรมการ	รัฐพงษ์ สุวลักษณ์
รศ.ดร.บุญยวีร์ จามจรีกุลกาญจน์ กรรมการ	บุญยวีร์ จ.
ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ กรรมการ	ศรัญ
อ.อรรถศาสตร์ นาคเทวีญ กรรมการ	อ.อรรถศาสตร์
อ.นภัสรพี สิทธิวัฒน์ กรรมการ	นภัสรพี สิทธิวัฒน์

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 มิถุนายน 2566 เวลา 8.30น. – 17.00 น.
สถานที่สอบ อาคารสำนักวิชาพื้นฐานทั่วไป ห้อง E107

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

รัฐพงษ์ สุวลักษณ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐพงษ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์	โดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์	
นักศึกษา	นาย ชินวัตร อนุรักษอุดม	รหัสประจำตัว 62001172
	นาย ตัลฮา ยะรังวงษ์	รหัสประจำตัว 62201178
	นาย พีรณัฐ โกถิยานนท์	รหัสประจำตัว 62201184
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศรัญ ดวงสุวรรณ	
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2565	

บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการศึกษาการประยุกต์ใช้งานโดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยสร้างแบบจำลองการเรียนรู้จักรกลด้วยอัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเพื่อทำการฝึกฝนข้อมูลต้นแบบประเภทของขยะชายฝั่งทะเล ได้แก่ ขวด พลาสติก กระป๋อง และกล่องโฟม ทั้งนี้เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองระบบปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ TensorFlow, OpenCV, YOLOv2, PyCharm และ Labellmg เป็นต้น การทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์ช่วยให้กล้องของโดรนสามารถแยกแยะและระบุประเภทของขยะชายฝั่งได้ จากการทดลองได้ประเมินระดับความสูงของโดรนที่ทำการบินสำรวจชายฝั่งระดับ 2 เมตร ถึง 5 เมตร ผลการทดลองพบว่าการตรวจจับขยะชายฝั่งประเภทกระป๋องจะมีความแม่นยำมากที่สุดถึง 80% ขวด 75% พลาสติก 70% และกล่องโฟม 60% ตามลำดับ ประโยชน์จากการศึกษาของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สามารถนำไปคิดค้นต่อยอดการพัฒนานวัตกรรมโดรนตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งได้จริงในอนาคตและจะเป็นนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการสำรวจชายฝั่งเป็นอย่างดี

คำสำคัญ: โดรน ระบบปัญญาประดิษฐ์ ขยะทะเล มลพิษทางชายฝั่ง

Thesis Title	Drone marine and coastal pollution monitoring with artificial intelligent technology	
Student	Mr. Chinnawat Anurakaudom	Student ID 62201172
	Mr. Tanha Yarangwong	Student ID 62201178
	Mr. Peeranat Koliyanon	Student ID 62201184
Advisor	Asst. Prof. Dr. Sarun Duangsuwan	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Information Engineering	
Academic Year	2022	

ABSTRACT

This thesis presents a study of the application of drones to detect marine and coastal pollution using artificial intelligence technology. To build a machine learning model, the convolutional neural network algorithm was provided to train model data on types of coastal waste, including plastic bottles, cans, and foam boxes. Artificial intelligence includes TensorFlow, OpenCV, YOLOv2, PyCharm, and LabelImg, among others. Using artificial intelligence, the drone's camera can distinguish and identify the type of coastal waste. From the experiments, the altitude of the drones surveying the coastline was estimated at 2 meters to 5 meters. The results showed that the detection of coastal waste was most accurate at 80%, 75% bottles, and 70% plastics and boxes. 60% foam, respectively. The benefits from the study of this thesis can be further developed for the development of drone innovations to detect marine and coastal pollution in the future and will be useful innovations for coastal exploration.

Keywords: Drone, artificial intelligence, marine waste and coastal pollution

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.ศรีญ ดวงสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิดความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนและวิธีการในการทำปริญญาานิพนธ์

บุคคลที่ขาดมิได้ คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นทีเคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยแนะนำและสนับสนุนในทุกๆ ด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับโดรนและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ชินวัตร อนุรักษ์อุดม
ตัลฮา ยะรังวงษ์
พีรณัฐ โกลิยานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินการ	3
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 อากาศยานไร้คนขับ	5
2.2 ขยะทะเล	11
2.3 การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลิร์นนิง (Machine Learning)	12
2.4 เครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิงและไลบรารี (Library)	29
บทที่ 3 การสร้างแบบจำลอง Machine Learning ด้วยเทคนิค CNN	35
3.1 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง	35
3.2 การสร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง	36
3.3 ระบบตรวจจับภาพขยะด้วยโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง	47
บทที่ 4 ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง	51
4.1 ขั้นตอนการทดลอง	51
4.2 ผลการทดลอง	55

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	66
5.1 สรุปผลการทดลอง	66
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	67
5.3 ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	71
ภาคผนวก ก ชุดข้อมูล Dataset	72
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานอุปกรณ์	88
ภาคผนวก ค ชุดโค้ดที่ใช้ร่วมกับโมเดลสำหรับการตรวจจับขยะและนับจำนวน	90
ประวัติผู้เขียน	93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1	3
1.2	แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 2	4
2.1	แสดงประเภทข้อดีข้อเสียของอากาศยานไร้คนขับ	8
5.1	แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลินนิ่งของ ผลการทดลองที่ระยะความสูง 2 เมตร ถึง 10 เมตร	67



สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ภาพข่าวการจัดอันดับประเภทขยะที่พบมากที่สุดในมหาสมุทร และประเทศที่ทิ้งขยะในทะเลมากที่สุด ในปีพ.ศ. 2563	1
1.2	แผนผังการดำเนินงานการออกแบบและสร้างโดรนตรวจจับขยะ	3
2.1	อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)	6
2.2	อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)	7
2.3	อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)	7
2.4	วงจรระบบควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) 4 ใบพัด	9
2.5	ตัวอย่างขยะในทะเลและชายฝั่ง	11
2.6	ลำดับขั้นการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์	12
2.7	ประเภทหลักของ Machine Learning	13
2.8	การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised)	14
2.9	การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised)	15
2.10	การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement)	15
2.11	กระบวนการปัญญาประดิษฐ์	16
2.12	วิธีการของ Deep Learning	17
2.13	ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning	18
2.14	Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน	19
2.15	การมองวัตถุของมนุษย์	19
2.16	ตัวกรอง 3 x 3 สำหรับหาเส้นตรงทแยงสีขาว (ลักษณะ Filter)	20
2.17	การเลื่อนตำแหน่งพิกเซล	20
2.18	การกำหนดค่าเท่ากับ 1 ช่อง	21
2.19	การกำหนดค่าเท่ากับ 2 ช่อง	21
2.20	ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพเครื่องบินดินเผา	22
2.21	ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพแมว	22
2.22	ผลลัพธ์การทำ Max Pooling	23
2.23	การดาวน์โหลด Anaconda	24
2.24	โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt	24
2.25	คำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python	24
2.26	คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี OpenCV	25
2.27	คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี TensorFlow	25
2.28	ดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2	25
2.29	โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน	26
2.30	สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2	26

สารบัญรูป(ต่อ)

2.31	โพลเดอร์ Darkflow-Maste	27
2.32	คำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าเครื่องมือ YOLO-V2	27
2.33	ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.weights	28
2.34	ลักษณะโปรแกรม labellmg	28
2.35	ลักษณะโปรแกรม Pycharm	29
2.36	Python	30
2.37	OpenCV	31
2.38	TensorFlow และ YOLO เฟรมเวิร์ก	31
2.39	Labellmg	32
2.40	Pycharm	32
2.41	Pyinstaller	33
2.42	OBS-Studio	34
3.1	บล็อกไดอะแกรมแมชชีนเลินนิ่ง	35
3.2	ส่วนของชุดข้อมูล	36
3.3	ชุดข้อมูลกลุ่มขวดสำหรับใช้เทรนการทำงาน	37
3.4	ชุดข้อมูลกลุ่มกระป๋องสำหรับใช้เทรนการทำงาน	38
3.5	ชุดข้อมูลกลุ่มกล่องโฟมหรับใช้เทรนการทำงาน	39
3.6	ชุดข้อมูลกลุ่มพลาสติกหรับใช้เทรนการทำงาน	40
3.7	การตั้งค่าป้ายชื่อภายในโปรแกรม Labellmg	41
3.8	การเปิดใช้งานโปรแกรม Labellmg	41
3.9	Change Save Format ในโหมด PascalVoc	42
3.10	การตีกรอบสี่เหลี่ยมรูปภาพ	42
3.11	ลักษณะไฟล์ที่ใช้สำหรับอธิบายคุณลักษณะของรูปภาพ	43
3.12	แบบจำลองสำหรับการเทรนชุดข้อมูล	43
3.13	การเปลี่ยนค่าของ Classes	44
3.14	การเปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ [Convolution]	44
3.15	กำหนดค่า Num ให้มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 4	45
3.16	ไฟล์ Labels.txt	45
3.17	การกำหนดค่า Epoch ในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt	46
3.18	เริ่มสถานะการเทรน	46
3.19	สถานะการเทรนโมเดลที่มีการสูญเสีย	46
3.20	โพ้รชาตการตรวจจับภาพขยะด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง	47
3.21	ตัวอย่างการแสดงผลสถานะการตรวจจับขยะบนชายหาด	48
3.22	โปรแกรม Pycharm	48
3.23	การสร้าง New Project สำหรับบอออกแบบแอปพลิเคชัน	49
3.24	โค้ดที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม	49

สารบัญรูป(ต่อ)

3.25	คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้งไลบรารี Pyinstaller	50
3.26	คำสั่งที่ใช้สำหรับการแปลงโปรแกรมให้กลายเป็นแอปพลิเคชัน	50
4.1	แบบจำลองการทดลอง	51
4.2	อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสำหรับการทดลอง	52
4.3	ตัวอย่างขยะแต่ละประเภทบริเวณชายหาด	52
4.4	การทดลองที่ระยะความสูง 2 เมตร	53
4.5	การทดลองที่ระยะความสูง 3 เมตร	53
4.6	การทดลองที่ระยะความสูง 4 เมตร	54
4.7	การทดลองที่ระยะความสูง 5 เมตร	54
4.8	ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 2 เมตร	55
4.9	ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 3 เมตร	55
4.10	ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 4 เมตร	56
4.11	ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 5 เมตร	56
4.12	ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 2 เมตร	57
4.13	ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 3 เมตร	57
4.14	ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 4 เมตร	58
4.15	ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 5 เมตร	58
4.16	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 2 เมตร	59
4.17	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 3 เมตร	59
4.18	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 4 เมตร	60
4.19	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 5 เมตร	60
4.20	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 2 เมตร	61
4.21	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 3 เมตร	61
4.22	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 4 เมตร	62
4.23	ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 5 เมตร	62
4.24	การแสดงผลบนเดสก์ท็อปแอปพลิเคชัน	63
4.25	การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนขวด	63
4.26	การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนกระป๋อง	64
4.27	การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนกล่องโฟม	64
4.28	การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนพลาสติก	65

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มลพิษทางทะเลและชายฝั่ง [1] คือ การนำเอาสารมลพิษต่างๆลงสู่แวดล้อมในทะเลและชายฝั่ง ทำให้ส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ โดยขยะเป็นหนึ่งในมลพิษทางทะเลที่ปัญหาจนถึงปัจจุบัน เช่น ขยะจากการท่องเที่ยว ขยะจากเรือประมง เป็นต้น ข้อมูลจาก SPRINGNEW จากการทำความสะอาดครั้งใหญ่ในปี 2020 จำนวนขยะที่เยอะเป็นอันดับต้นๆคือ ก้นบุหรี่ ขวดน้ำพลาสติก และพลาสติกอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ภาพข่าวการจัดอันดับประเภทขยะที่พบมากที่สุด ในมหาสมุทร และประเทศที่ทิ้งขยะในทะเลมากที่สุด ในปีพ.ศ. 2563 (ที่มา: <https://www.springnews.co.th/>)

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่มีการทิ้งขยะพลาสติกลงในทะเลมากที่สุด โดยขยะที่พบมีหลายประเภท เช่น ขวดน้ำพลาสติก กล่องอาหาร กระป๋องเครื่องดื่ม ทำให้มีขยะในทะเลสะสมเป็นจำนวนมาก เป็นเหตุทำให้เกิดเสียต่อระบบนิเวศน์ และสัตว์ในทะเล ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐให้ให้ความจริงจังกับปัญหาขยะในทะเลเป็นอย่างมาก โดยมีการรณรงค์ยับยั้งการทิ้งขยะลงทะเล และจัดกลุ่มจิตอาสาเก็บขยะบริเวณชายฝั่งเพื่อลดการสะสมของขยะในทะเลแต่อย่างไรก็ตามปัญหาขยะไม่ได้ลดลงไปมากเท่าที่ควร

ปัจจุบันทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศมีการคิดค้นนวัตกรรมที่เป็นตัวช่วยสำหรับจัดการขยะ แต่เนื่องด้วยยังขาดเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับตรวจจับขยะในทะเลและชายฝั่ง ในมุมสูงและมุมกว้าง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้จัดทำจึงได้นำเสนอโครงการงานการศึกษาโดรนตรวจจับมลพิษทางทะเล โดยใช้วิธีการเรียนรู้ของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำการบินสำรวจและตรวจจับขยะในทะเลและบริเวณชายฝั่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการใช้นวัตกรรมโดรนมาตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่ง
2. เพื่อประยุกต์การใช้หลักการของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาตรวจจับภาพมลพิษทางทะเลและชายฝั่ง
3. เพื่อสร้างนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่ง

1.3 ขอบเขตของโครงการ

ภาคเรียนที่ 1

1. ออกแบบโมเดล Machine Learning ให้สามารถระบุขอบวัตถุ เช่น พลาสติก กระดาษ กระจก เป็นต้น ด้วยอัลกอริทึม Convolution neural network (CNN) ได้
2. ทดสอบการตรวจจับภาพขยะทะเลผ่านกล้องความละเอียด Full HD 720P และ 1080P ได้จริง

ภาคเรียนที่ 2

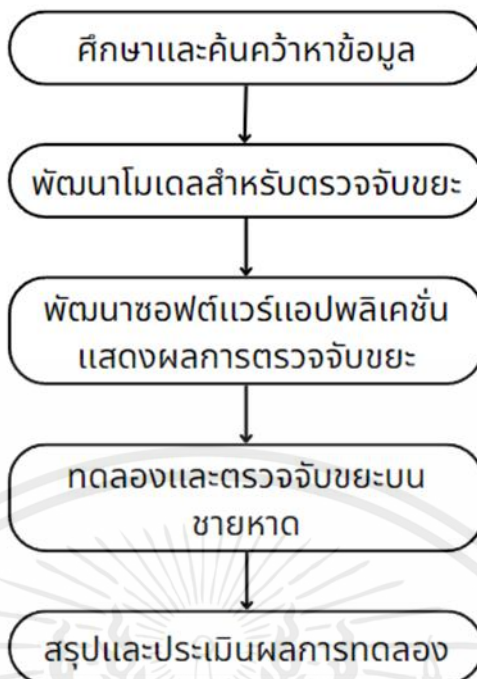
1. พัฒนาซอฟต์แวร์เว็บแอปพลิเคชันแสดงผลภาพการตรวจจับขยะทะเลและนับจำนวนขึ้นได้
2. ทำการทดสอบผลการตรวจจับภาพขยะบริเวณชายฝั่งทะเลได้จริง
3. ประเมินผลการทดสอบและสรุปผลโครงการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีตรวจจับภาพ และโดรน
2. สามารถประยุกต์การใช้หลักการของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาตรวจจับภาพมลพิษทางทะเลและชายฝั่งได้
3. สามารถสร้างนวัตกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับตรวจจับมลพิษทางทะเลและชายฝั่งที่สามารถใช้ได้จริง

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แผนผังการดำเนินการออกแบบและสร้างโดรนตรวจจับขยะ

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน (สิงหาคม-ธันวาคม 2565)																			
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาขอบเขตของการทำงาน ความเป็นมา และความสำคัญ	←	→																		
1. ติดตั้งและศึกษาเครื่องมือ สำหรับพัฒนาโมเดล					←	→														
3. พัฒนาโมเดลสำหรับฝึกฝนให้ คอมพิวเตอร์เรียนรู้ภาพขยะทะเล									←	→										
4. ทดสอบและแก้ไข													←	→						
5. จัดทำเอกสารและนำเสนอ																	←	→		

ตารางที่ 1.2 แผนการดำเนินงานเรียนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน (มกราคม-พฤษภาคม 2566)																			
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. พัฒนาซอฟต์แวร์แอปพลิเคชัน แสดงผลการตรวจจับขยะ	←	→																		
2. ทำการทดสอบผลการตรวจจับ ขยะบริเวณชายฝั่ง					←	→														
3. ทดสอบและแก้ไข									←	→	→	→								
4. จัดทำเอกสารและนำเสนอ																	←	→		



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงอากาศยานไร้คนขับ ขยะในทะเลและชายหาด โมเดลแมชชีนเลิร์นนิง อัลกอริทึม คอนโวลูชันโครงข่ายประสาทเทียม (CNN) การแยกคุณลักษณะ (Feature Extraction) ตัวกรอง (Filter) การกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride and Padding) ตัวกรองที่หาค่าสูงสุด (Max Pooling) และเครื่องมือที่เกี่ยวข้อง

2.1 อากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ [2] (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เครื่องบินไร้คนขับหรือโดรน (Drone) เป็นอากาศยานที่ไม่มีคนขับอยู่ในตัว มันถูกควบคุมและนำทาง โดยระบบควบคุมที่อยู่ในตัวเครื่อง หรือสามารถควบคุมผ่านทางระบบรีโมท หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ UAV มีการนำมาใช้ในหลายสาขาและอุตสาหกรรม เช่น

1. การสำรวจและการสำรวจด้านที่ดำเนินงานที่เป็นอันตราย UAV สามารถใช้สำรวจและตรวจสอบพื้นที่ที่อันตรายหรือในสภาพที่ทำให้ผู้คนเข้าไม่ได้ เช่น การสำรวจแผนที่และพื้นที่เขตเมือง, การสำรวจเขตเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม, การตรวจสอบสถานที่ที่เกิดเหตุระเบิดหรืออุบัติเหตุ เป็นต้น

2. การถ่ายภาพและวิดีโอ UAV สามารถใช้ถ่ายภาพและบันทึกวิดีโอจากอากาศในมุมมองที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ง่าย มันมีการใช้งานในการถ่ายภาพที่สวยงามในวงการถ่ายภาพนิ่งและวงการ ภาพเคลื่อนไหว เช่น การถ่ายภาพทิวทัศน์, การถ่ายภาพทรัพยากรธรรมชาติ, การถ่ายภาพโฆษณา และอื่น ๆ

3. การให้บริการและการส่งสินค้า UAV สามารถใช้ในการให้บริการด้านโลจิสติกส์

2.1.1 ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับซึ่งแต่ละประเภทจะมีลักษณะและการใช้งานที่แตกต่างกันไป ประเภทหลักของอากาศยานไร้คนขับที่พบอย่างแพร่หลาย คือ

1. Multirotor (หรือที่เรียกว่า Quadcopter, Hexacopter, Octocopter) ประเภทที่ใช้หลายใบพัดหมุนเพื่อสร้างแรงดันขึ้น-ลงและทรงตัวในอากาศ เป็นอากาศยานที่ใช้มากที่สุดในปัจจุบัน มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถหมุนและเคลื่อนที่ได้ในทิศทางต่าง ๆ

2. Fixed-Wing Drone ประเภทที่มีรูปร่างคล้ายกับเครื่องบินทั่วไป มีปีกและโครงสร้างที่คงทรงตัว ต้องใช้แรงบิดจากเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อน มักนิยมใช้ในงานที่ต้องการระยะทางไกลและเวลาบินนาน

3. Fixed-Wing Vertical Takeoff and Landing (VTOL) Drone ประเภทที่สามารถทำให้เกิดการใบพัดได้เพื่อใช้ในกระบวนการให้เกิดการเคลื่อนที่แนวตั้ง และหลังจากนั้นจะสามารถเปลี่ยนเป็นการเคลื่อนที่แนวนอนเป็นการบินได้ เช่น มีลักษณะคล้ายเครื่องบินแบบพับ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Single-Rotor Helicopter ประเภทที่มีใบพัดหมุนเดียวบนหลังคา และมีหางพัดที่ใช้ในการควบคุมทิศทาง อากาศยานประเภท

แบ่งประเภทของอากาศยานไร้คนขับสำหรับงานสำรวจด้วยภาพถ่าย 3 ประเภท ดังนี้

2.1.1.1 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing)

เป็นอากาศยานไร้คนขับที่มีลักษณะเป็นปีกตรึงที่คงที่และไม่สามารถพับหรือเคลื่อนไหวได้ เครื่องบินปีกตรึงมักมีการออกแบบให้สามารถบินได้ในระยะเวลาที่ยาวนานโดยไม่ต้องจุดน้ำหนักรวม ซึ่งส่งผลให้มีความสามารถในการครอบคลุมพื้นที่ใหญ่กว่าอากาศยานไร้คนขับชนิดอื่น ๆ ที่มีรูปแบบบินแบบรวม เช่น หุ่นยนต์พลเรือน (Quadcopter) หรือหุ่นยนต์พลเรือนหลายพลเรือน (Multirotor) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง (Fixed Wing) (ที่มา : <https://bit.ly/35HerKT>)

2.1.1.2 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)

เป็นอากาศยานที่ใช้หลายใบพัดหมุนเพื่อสร้างแรงดันขึ้น-ลงและทรงตัวในอากาศ ส่วนมากจะมีหลายใบพัดที่ติดอยู่บนหลังคาของอากาศยาน และแต่ละใบพัดสามารถหมุนอิสระกันได้ ซึ่งช่วยให้อากาศยานสามารถทรงตัวในอากาศได้อย่างยืดหยุ่นและทำการเคลื่อนที่ในทิศทางต่างๆ ได้ โดยทั่วไปใช้ระยะเวลาการบินประมาณ 10 - 20 นาที ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor)
(ที่มา : <https://bit.ly/3vNUWSn>)



รูปที่ 2.3 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวตั้ง (Fixed-Wing Hybrid)
(ที่มา : <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2F>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่ง (Fixed-Wing Hybrid)

เป็นอากาศยานไร้คนขับที่ผสมผสานระบบขึ้นลงแนวดิ่งและขึ้นลงแนวนอน โดยมีลักษณะเป็นปีกตรึงที่คงที่เหมือนกับอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงและสามารถทำงานในโหมดขึ้นแนวดิ่ง (vertical takeoff and landing, VTOL) ได้ อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้นลงแนวดิ่งมักมีโครงสร้างและระบบบินที่ใช้ในการบินแบบปีกตรึงเมื่ออากาศยานอยู่ในโหมดบินแนวนอน (fixed-wing mode) ซึ่งช่วยให้มีความประสิทธิภาพในการบินไกลและครอบคลุมพื้นที่ใหญ่ได้ และเมื่อต้องทำการขึ้นลงแนวดิ่ง อากาศยานไร้คนขับชนิดนี้สามารถเปลี่ยนโหมดเพื่อทำงานในโหมด VTOL โดยใช้ระบบขึ้นลงแนวดิ่งเช่น เครื่องยนต์หมุนแบบพื้นที่ (tilt-rotor) หรือเครื่องยนต์หมุนแบบพีเนี่ยน (tilt-wing) ดังรูปที่ 2.3

การทำงานทั้งหมดของอากาศยานไร้คนขับหรือโดรนจะอาศัยระบบควบคุมการบิน (Flight Controller) เป็นหัวใจหลักในการสั่งการโดยระบบควบคุมการบินจะทำหน้าที่ควบคุมเสถียรภาพการ บินทั้งหมด

ตารางที่ 2.1 แสดงประเภทข้อดีข้อเสียของอากาศยานไร้คนขับ

ประเภทของอากาศยานไร้คนขับ	ข้อดี	ข้อเสีย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึง	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ระยะเวลาในการบินนาน ▪ ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ▪ บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ใช้พื้นที่ขึ้นลงมาก ▪ ราคาสูง ▪ ใช้งานยาก
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ง่ายต่อการใช้งาน ▪ ใช้พื้นที่ขึ้น-ลงน้อย ▪ ราคาถูก 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ บินช้า ▪ ระยะเวลาในการบินน้อย ▪ ทนต่อแรงลมได้น้อย
อากาศยานไร้คนขับชนิดปีกตรึงขึ้น-ลง แนวดิ่ง	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ใช้พื้นที่ขึ้น-ลงน้อย ▪ ระยะเวลาในการบินได้นาน ▪ ครอบคลุมพื้นที่ได้กว้าง ▪ บินด้วยความเร็วสูงและทนต่อแรงลม 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ราคาสูง ▪ ใช้งานยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ส่วนประกอบของอากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ (UAV) ประกอบด้วยส่วนประกอบหลายส่วนที่ทำหน้าที่ให้ ความสามารถและฟังก์ชันต่าง ๆ แก่ UAV โดยทั่วไป ส่วนประกอบหลักของ UAV ประกอบด้วย

1. โครงสร้าง (Airframe): โครงสร้างหรือโครงกระดูกของ UAV ทำหน้าที่รับน้ำหนัก และความเสียหายจากแรงกระแทก โครงสร้างนี้อาจมีลักษณะแบบพลาสติกหรือโลหะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของ UAV

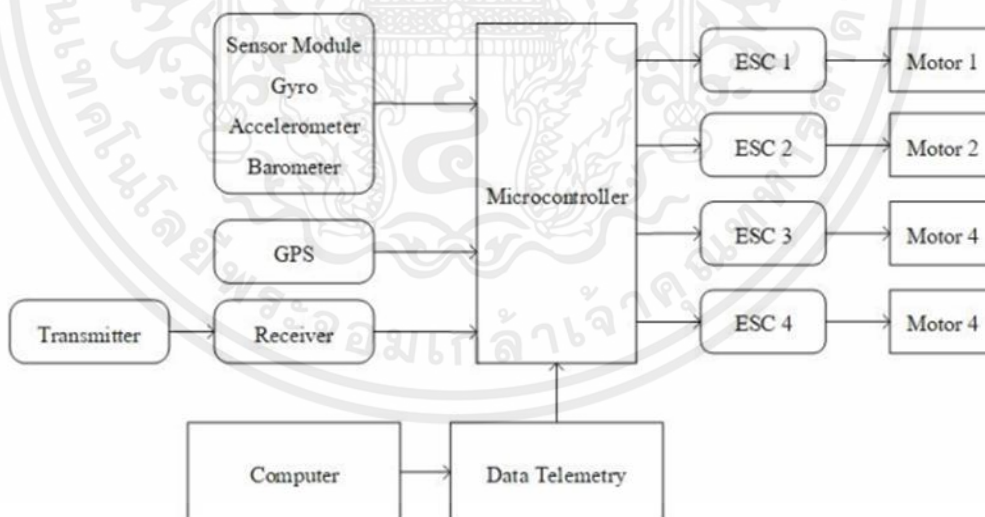
2. ขับเคลื่อน (Propulsion System): ตัวขับเคลื่อนของ UAV ใช้ในการสร้างแรง เคลื่อนที่เพื่อให้ UAV สามารถบินได้ ระบบขับเคลื่อนสามารถเป็นเครื่องยนต์ไฟฟ้า, เครื่องยนต์ เชื้อเพลิง, หรือเครื่องพ่นยา ขึ้นอยู่กับประเภทและวัตถุประสงค์การใช้งานของ UAV

3. ระบบควบคุม (Control System): ระบบควบคุมใช้ในการควบคุมการบินและการทำงาน ของ UAV รวมถึงการควบคุมความสูง, ทิศทาง, ความเร็ว และการทำงานอื่น ๆ โดยระบบ ควบคุมอาจเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ

4. เฟรมเวิร์ค (Frame Work): เฟรมเวิร์คหรือโครงสร้างระบบการทำงานของ UAV ทำ หน้าที่รองรับการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาบิน

2.1.3 การควบคุมเสถียรภาพการบิน

สำหรับการควบคุมเสถียรภาพการบินจะมีหน้าที่ควบคุมระดับความเอียง ควบคุมระดับ ความ สูง ควบคุมตำแหน่ง และควบคุมทิศทาง บล็อกไดอะแกรมวงจรระบบควบคุมการบินของ อากาศยาน ไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) 4 ใบพัด มีแสดงไว้ในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรระบบควบคุมการบินของอากาศยานไร้คนขับชนิดปีกหมุน (Multirotor) 4 ใบพัด

ขั้นตอนการทำงาน

1. ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูล Data Telemetry ซึ่งเป็นการอัปโหลดโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รับคำสั่งจากรีโมตคอนโทรลภายใต้การควบคุมของนักบิน
3. ผลการค้นหาตำแหน่งจาก GPS และประมวลผล เพื่อส่งข้อมูลกลับมายังภาคพื้นดิน
4. รับผลการตรวจจับของเซนเซอร์โมดูล และประมวลผล เช่น เซนเซอร์วัดความเร็วเชิงมุมของอากาศยานไร้คนขับ เซนเซอร์วัดความเร่งตามแรงโน้มถ่วงของโดรน เซนเซอร์ควบคุมทิศทาง และเซนเซอร์วัดความดันอากาศ เป็นต้น

เมื่อกดปุ่มบังคับที่รีโมตคอนโทรลจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องรับสัญญาณวิทยุและส่งสัญญาณต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลคำสั่งไปยังสปีดคอนโทรล ESC ทั้ง 4 ตัว ซึ่ง ESC จะทำการควบคุมความเร็วของมอเตอร์เช่น นักบินสั่งให้โดรนบินเอียงไปทางซ้าย ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณดิจิทัลไปยังสปีดคอนโทรล ESC เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์ของใบพัดหน้าและหลังให้มีความแรงคงที่เท่าเดิม และควบคุมให้ใบพัดด้านซ้ายหมุนเร็วขึ้นส่วนใบพัดทางด้านขวาจะต้องหมุนช้าลง เป็นต้น

2.1.4 กฎหมายเกี่ยวกับอากาศยานไร้คนขับ

อากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicles - UAVs) หรือโดรน (Drones) มีการใช้งานและกฎหมายที่ควบคุมการใช้งานในประเทศไทย ซึ่งมาตรฐานและกฎระเบียบเหล่านี้อาจมีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงได้ตามความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการใช้งานของโดรน สำหรับการใช้งานโดรนในประเทศไทยมีข้อกำหนดและกฎหมายที่สำคัญดังนี้

1. กฎหมายการบินพลเรือน (Air Navigation Act): กฎหมายการบินพลเรือนของประเทศไทย จัดเป็นกฎหมายหลักที่มีผลบังคับใช้สำหรับการบินทุกประเภท รวมถึงโดรน ต้องปฏิบัติตามกฎหมายนี้เมื่อทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการบิน อาทิเช่น การสื่อสารกับหน่วยงานการบิน การขึ้นลงอากาศยาน และการปฏิบัติตามกฎหมายการบินที่เกี่ยวข้อง

2. ข้อกำหนดจากกรมการบินพลเรือน (Department of Civil Aviation - DCA): กรมการบินพลเรือนมีข้อกำหนดและมาตรฐานเฉพาะสำหรับการใช้งานโดรนในประเทศไทย ซึ่งระบุเกณฑ์การใช้งานที่เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การการบินพลเรือนสากล (International Civil Aviation Organization - ICAO) และข้อกำหนดเฉพาะอื่น ๆ เช่น ขนาดและน้ำหนักของโดรนที่ยอมรับในการใช้งาน ระยะห่างจากสนามบิน

2.2 ขยะทะเล (Marine waste)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างขยะในทะเลและชายฝั่ง (ที่มา <https://www.thaihealth.or.th>)

จากรูปที่ 2.5 ขยะในทะเล (marine waste) [4] เป็นวัสดุแข็งที่ถูกทิ้งจากอุตสาหกรรมหรือกระบวนการผลิต โดยการ จงใจทิ้ง หรือการ ปล่อยปละทิ้งข้วางสู่สภาพแวดล้อมทางทะเลและชายฝั่ง ขยะในทะเลประกอบด้วยสิ่งของที่ถูกทำขึ้นหรือถูกใช้โดยมนุษย์ และเจตนาทิ้งลงสู่ทะเล แม่น้ำ หรือบนชายหาด ซึ่งนำลงไปโดยตรงสู่ทะเลโดยแม่น้ำ แหล่งน้ำโสโครก กระแสน้ำที่เชี่ยวกราด หรือกระแสลม รวมทั้งวัตถุที่สูญหายในทะเลในขณะที่สภาพอากาศเลวร้าย (เครื่องมือประมง สิ้นค้าในเรือขนส่ง) หรือการเจตนาทิ้งโดนมนุษย์บนชายหาดและชายฝั่ง ขยะในทะเลอาจจะพบใกล้แหล่งที่เกิดแต่เกือบทั้งหมดสามารถถูกพัดพาไปได้ในระยะทางไกลๆ ด้วยกระแสน้ำในมหาสมุทรและกระแสลม ดังนั้นขยะในทะเลจึงถูกพบในพื้นที่ทุกทะเลทั่วโลก ไม่เพียงแต่บริเวณชายฝั่งแต่ยังสามารถพบได้ในสถานที่ห่างไกลจากแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน (เช่น บนเกาะกลางมหาสมุทรและบริเวณขั้วโลก สามารถพบขยะในทะเลลอยอยู่บริเวณผิวน้ำ กลางมวลน้ำ และจมลงสู่พื้นท้องทะเลที่ระดับความลึกแตกต่างกัน

2.2.1 ต้นกำเนิดขยะในทะเล

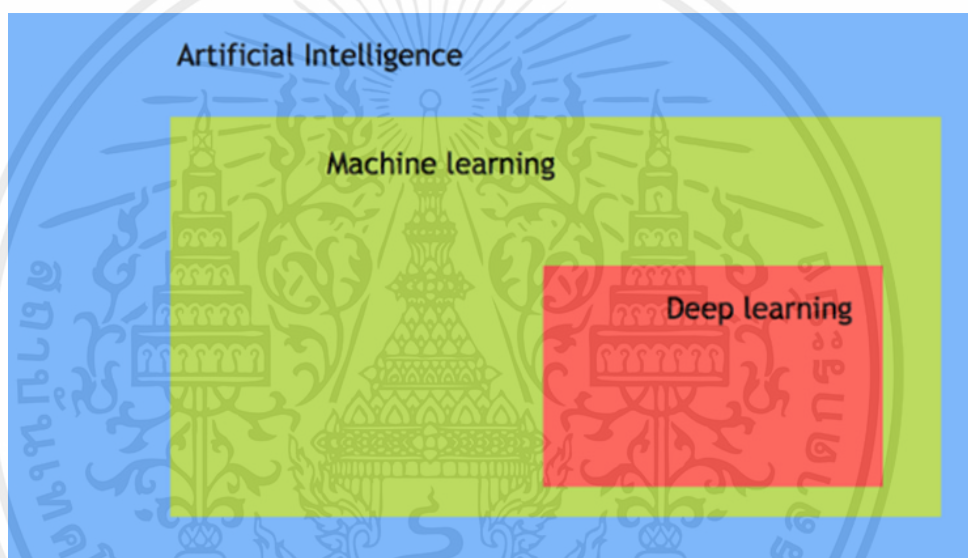
ต้นกำเนิดขยะในทะเลมีหลายแหล่งที่มา ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรทางทะเล และกิจกรรมอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและการจัดการขยะ สาเหตุที่สำคัญประกอบด้วย

1. การจัดการขยะไม่เหมาะสม การทิ้งขยะลงในทะเลโดยตรงหรือการจัดการขยะที่ไม่เหมาะสมทำให้ขยะสะสมในทะเล เช่น การทิ้งขยะในชายฝั่งหรือบนเรือแล้วมันถูกนำลงสู่ทะเลโดยกระแสน้ำหรือลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การละเมิดกฎหมายการจัดการขยะ: การไม่ปฏิบัติตามกฎหมายและข้อกำหนดเกี่ยวกับการจัดการขยะที่สนับสนุนโดยหน่วยงานรัฐบาล ทำให้ขยะสะสมและส่งผลกระทบต่อทะเลและสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในทะเล
3. การสูญเสียขยะในการดำเนินกิจกรรมทางทะเล: กิจกรรมทางทะเลเช่น การตกปลาเพื่อประกอบอาหาร, การทำงานในอุตสาหกรรมที่ใช้สารเคมี และการท่องเที่ยวทางทะเล อาจส่งผลให้เกิดขยะเป็นผลรอบข้าง
4. การเทียบเรือ: เกาะติดขยะที่สร้างขึ้นจากการเทียบเรือ อุปกรณ์การประมงผลที่สร้างขึ้นบนเรืออาจเกิดขยะเป็นผลสะสมในทะเล เป็นต้น

2.3 การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลิร์นนิง (Machine learning)

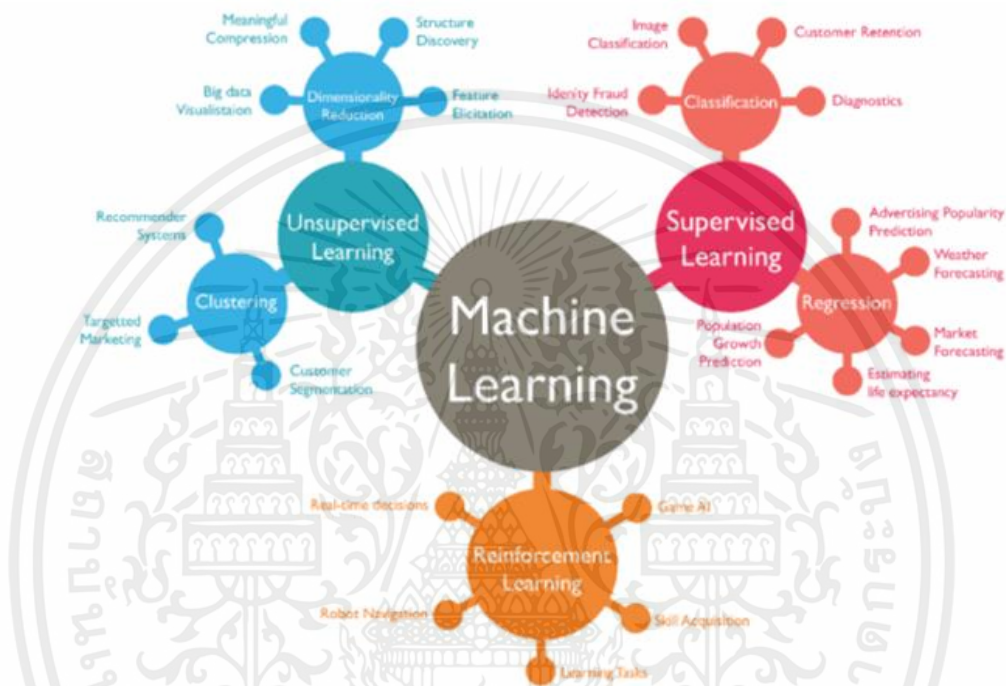


รูปที่ 2.6 ลำดับขั้นการเรียนรู้ของปัญญาประดิษฐ์ (ที่มา : <https://bit.ly/3zNrgb2>)

จากรูปที่ 2.6 แมชชีนเลิร์นนิง (Machine Learning) [5] เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุด ณ ปัจจุบัน เพื่อใช้วิเคราะห์ทำความเข้าใจ และหา Pattern ของข้อมูล หนึ่งในแนวคิดหลักภายใต้ Machine Learning คือการที่คอมพิวเตอร์สามารถถูก Train อัลกอริทึมซึ่งสามารถทำได้อย่างดีหรือ อาจจะทำในสิ่งที่มนุษย์ทำไม่ได้ และยังมีช่องโหว่ที่ชัดเจนจากการวิเคราะห์ยุคก่อนคือการที่ Machine Learning สามารถตัดสินใจได้ด้วยจากฝีมือมนุษย์เพียงเล็กน้อย Machine Learning จะใช้ข้อมูลเพื่อส่งต่อเข้าไปในอัลกอริทึมซึ่งสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลขาเข้า และขาออกได้ เมื่อ Machine สิ้นสุดการเรียนรู้แล้วมันสามารถทำนายมูลค่าหรือประเภทของข้อมูลใหม่ได้ AI จะบ่งบอกถึงความสามารถในการเรียนรู้ของ Machine ระบบ AI ก่อนหน้านี้ใช้การจำคู่ แบบแผนที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน (Pattern Matching) และระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) เท่านั้นแนวคิดที่อยู่ภายใต้ Machine Learning เป็นการที่ Machine สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

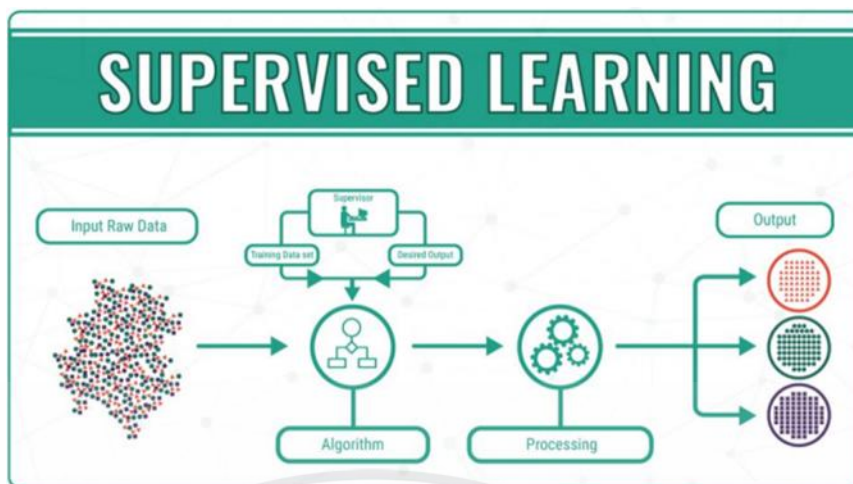
เรียนรู้โดย ปราชญ์มือของมนุษย์ Machine นั้นจำเป็นที่จะต้องหาทางเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลนั้นส่วน Deep Learning คือสิ่งใหม่หลายๆ ในด้านของ AI เมื่อมีข้อมูลเพียงพอเพื่อที่จะ Train Deep Learning ประสบความสำเร็จจากผลลัพธ์อันน่าพิงพอใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการจดจำ รูปภาพ (Image Recognition) และการแปลความ (Text Translation) เหตุผลหลักคือ Feature Extraction ที่ทำอย่างอัตโนมัติใน Layer ที่แตกต่างกันของโครงข่าย (Network) ซึ่งอัลกอริทึมนี้ถูก แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ประเภทหลักของ Machine Learning

1. การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) [6] การเรียนรู้แบบมีผู้สอนเป็นศาสตร์ แขนงหนึ่งใน AI หรือปัญญาประดิษฐ์ภายใต้หัวข้อ Machine Learning ที่กำลังเป็นที่นิยมใน การศึกษาและวิจัยกันในปัจจุบัน เนื่องจากการเรียนเรียนรู้แบบมีผู้สอนนั้นทำได้ง่าย ต้นทุนต่ำ เพียงใช้ คอมพิวเตอร์เครื่องเดียวก็สามารถศึกษาและทำงานจนเห็นผลได้ซึ่งศาสตร์แขนงนี้มีมานานมาก ตั้งแต่ ปีค.ศ. 1959 ถูกเสนอโดย Arthur Samuel เป็นนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ชาวอเมริกันผู้เชี่ยวชาญ ด้านเกมคอมพิวเตอร์ปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องโปรแกรมด้วยเทคโนโลยีหรือระบบ ประมวลผลในตอนนั้นยังล้าสมัยอยู่ทำให้ยังไม่เป็นที่นิยมผิดกับในปัจจุบัน Supervised Learning ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

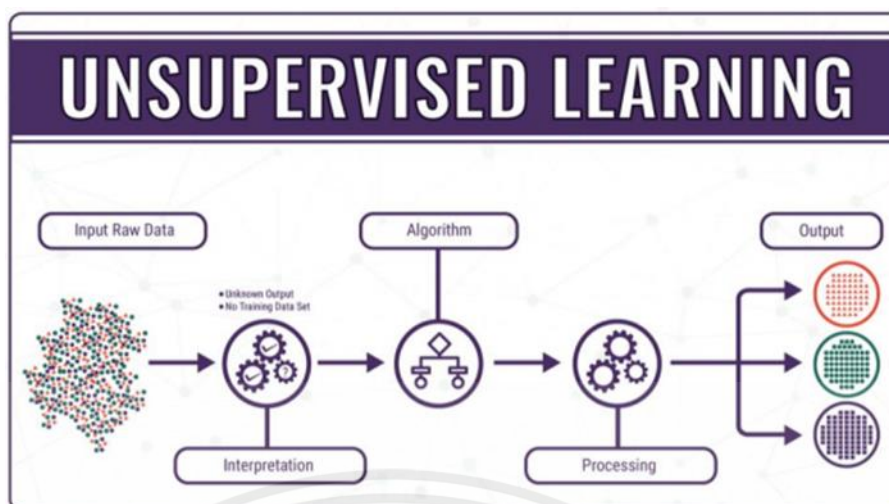


รูปที่ 2.8 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised) (ที่มา : <https://bit.ly/3dpP1fQ>)

2. การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning) เป็นแนวทางในการพัฒนาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ไม่ได้รับการป้อนเข้าที่มาพร้อมกับตัวอย่างการเรียนรู้หรือการตอบสนองจากผู้สอน ในแบบอื่น ๆ ของการเรียนรู้ เช่น การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) ผู้สอนจะให้ตัวอย่างข้อมูลเข้ามาพร้อมกับคำตอบที่ถูกต้อง ในขณะที่ในการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน ไม่มีข้อมูลเป้าหมายที่รู้จักล่วงหน้าที่จะระบุว่าการให้ระบบเรียนรู้จากข้อมูลอย่างไร

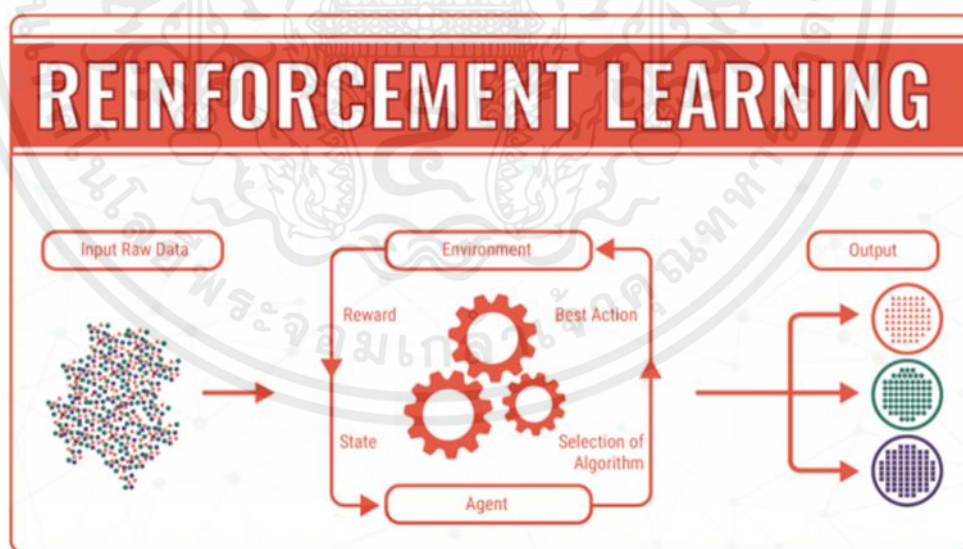
ในการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน วัตถุประสงค์หลักคือการค้นหาโครงสร้าง ลักษณะ หรือ ความหมายที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล โดยอาศัยเทคนิคและอัลกอริทึมต่าง ๆ เพื่อให้ระบบสามารถรับรู้ และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ที่อาจมีอยู่ในข้อมูล โดยทั่วไปแล้ว การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนมักจะใช้กับงานที่มีข้อมูลมากและซับซ้อน เช่น การจัดกลุ่ม (Clustering) การลดมิติ (Dimensionality reduction) และการค้นหาความหมาย (Anomaly detection) เพื่อเปิดเผยข้อมูลที่ซ่อนอยู่ในข้อมูลและช่วยในการทำนายและตัดสินใจในการประมวลผลข้อมูลในลักษณะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น การบีบอัดข้อมูล (Data Compression) เป็นสาขาวิชาหนึ่งในวิทยาการของคอมพิวเตอร์ หมายถึง การศึกษาวิธีการในการจัดเก็บข้อมูลที่ทำให้ใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บน้อยลง การบีบอัดข้อมูล มีความสำคัญในระบบการสื่อสารและจัดเก็บข้อมูลเนื่องจากทำให้เก็บหรือรับส่งข้อมูลได้มากขึ้น โดยใช้ เนื้อที่เท่าเดิม (คำว่าเนื้อที่ในที่นี้อาจจะเป็นเนื้อที่จัดเก็บข้อมูล หรือเนื้อที่ในช่องสัญญาณ) การบีบอัด ข้อมูลแบ่งได้เป็นสองประเภทใหญ่ๆ ตามคุณภาพของข้อมูลที่ถูกบีบอัดแล้ว

ปริภูมิตัวอย่างเข้ารหัสด้วยตัวแปรสุ่มวิฤต ซึ่งการแจกแจงสามารถระบุได้ด้วยฟังก์ชันมวลของความ น่าจะเป็นและการทดลองที่ปริภูมิตัวอย่างเข้ารหัสด้วยตัวแปรสุ่มต่อเนื่อง ซึ่งการแจกแจงจะสามารถ เจาะจงได้ด้วยฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็นการทดลองที่ซับซ้อนกว่า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised) (ที่มา : <https://bit.ly/3y1q3eA>)

3. การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement) ใช้สำหรับพัฒนา Robot ให้สามารถตัดสินใจ ภายใต้แต่ละสถานการณ์เพื่อนำมาซึ่งผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เป็นการเรียนรู้แบบแผนซึ่งกำหนดการกระทำ ของระบบจากสิ่งที่สังเกตได้แนวความคิด คือ เรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมรอบตัว ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement) (ที่มา : <https://bit.ly/2UeSPdi>)

การเรียนรู้ของเครื่องเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในปัจจุบันประการแรกเนื่องจากสามารถแก้ปัญหา ในโลกแห่งความเป็นจริงที่ซับซ้อนได้ด้วยวิธีที่ปรับขนาดได้ประการที่สองเนื่องจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมต่างๆ ได้หยุดชะงักในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา [8] และยังคงดำเนินการเช่นนั้นต่อไปในอนาคต เนื่องจากผู้นำ ในอุตสาหกรรมจำนวนมากขึ้นและนักวิจัยมีความเชี่ยวชาญในการเรียนรู้ของเครื่องพร้อมกับนำสิ่งที่ เรียนรู้ไปดำเนินการวิจัยต่อไปและพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อส่งผลกระทบต่อสาขาของตนเองในเชิงบวก

2.3.1 กระบวนการของปัญญาประดิษฐ์

มักประกอบด้วยขั้นตอนหลายขั้นตอน โดยภาพรวมแล้วมีขั้นตอนหลักดังนี้

1.เก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นฐานข้อมูลสำหรับการสร้างและฝึกโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ข้อมูลอาจเป็นข้อมูลที่รวบรวมมาแล้ว (labeled data) หรือข้อมูลที่ต้องการระบุและจัดกลุ่ม (unlabeled data)

2.การเลือกและสร้างตัวแปร (Features): ในขั้นตอนนี้เราจะเลือกและสร้างตัวแปรที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในโมเดลปัญญาประดิษฐ์ ตัวแปรเหล่านี้อาจเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะของข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกหรือทำนายผลลัพธ์

3.การสร้างและฝึกโมเดล ในขั้นตอนนี้ เราจะสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่เหมาะสมสำหรับงานที่ต้องการ โดยใช้เทคนิคหรืออัลกอริทึมที่เหมาะสม เช่น การใช้แบบจำลองเชิงสถิติ (Statistical Models) เช่น เชิงเส้น (Linear Regression), เชิงตั้งแตง (Logistic Regression) หรือการใช้เทคนิคการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) เช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และการฝึกโมเดลด้วยข้อมูลที่มีคำตอบ (labeled data)

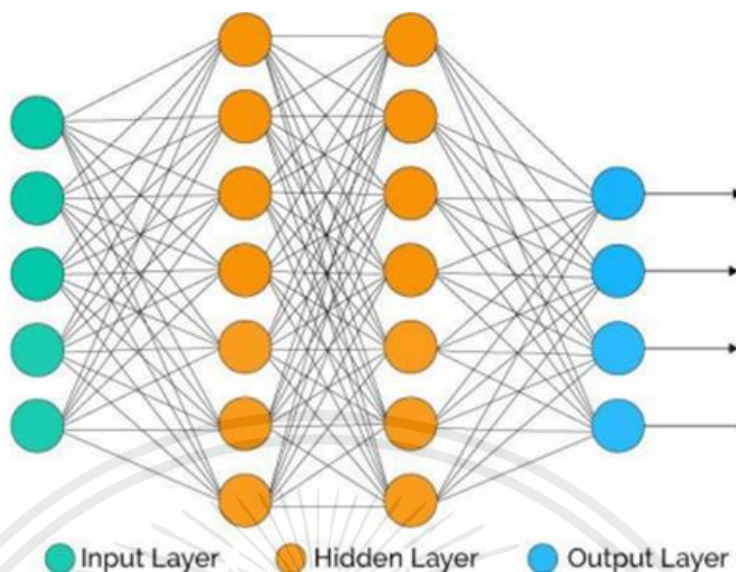
4.การทดสอบและประเมิน: ในขั้นตอนนี้ เราจะทดสอบและป ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 กระบวนการปัญญาประดิษฐ์ (ที่มา : <https://bit.ly/3dkGtHh>)

2.3.1.1 การเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



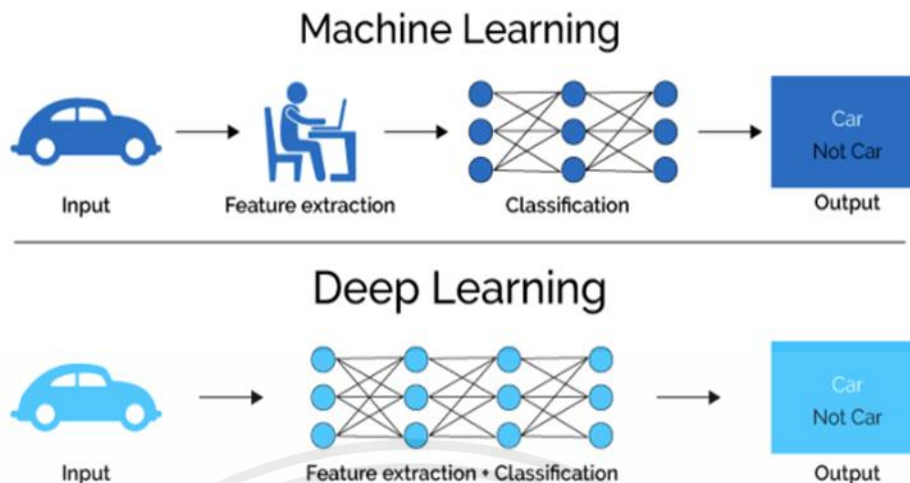
รูปที่ 2.12 วิธีการของ Deep Learning (ที่มา : <https://bit.ly/3gVT44j>)

จากรูปที่ 2.12 Deep Learning คือ การเรียนรู้ของเครื่องซึ่งเป็นการฝึกฝนคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้เหมือนมนุษย์เช่น การจดจำคำพูด การระบุภาพ หรือการคาดการณ์ การเรียนรู้เชิงลึกจะกำหนดค่าพารามิเตอร์พื้นฐานเกี่ยวกับข้อมูลและฝึกให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วย ตัวเองโดยการจดจำรูปแบบโดยใช้การประมวลผลหลายชั้นมีวิธีการเรียนรู้แบบอัตโนมัติด้วยการ เลียนแบบการทำงานของโครงข่ายประสาทของมนุษย์ (Neurons) โดยนำระบบโครงข่ายประสาท (Neural Network) มาซ้อนกันหลายชั้น (Layer) และทำการเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งข้อมูล ดังกล่าว จะถูกนำไปใช้ในการตรวจจับรูปแบบ (Pattern) หรือจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Classify The Data)

2.3.1.2 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning

Deep Learning สามารถค้นพบคุณสมบัติที่จะใช้ในการแบ่งแยกหมวดหมู่ โดยอัตโนมัติแต่ Machine Learning จำเป็นต้องได้รับข้อมูลเหล่านี้จากผู้ให้ข้อมูลโดยตรง [9] เมื่อได้รับข้อมูลมา Deep Learning จะทำการแบ่งแยกข้อมูลและรายละเอียดต่างๆ ที่ได้รับมาทั้งหมดแล้วนำมาประมวลผลหาจุดเด่นและจุดแตกต่างของข้อมูลในเชิงลึกคล้ายกับการกรองข้อมูลเป็น ชั้นๆ แล้วสรุปข้อมูลออกมาเป็น Output และตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นส่งผลออกมาผิดหรือถูก Machine Learning คือการรับข้อมูลจำนวนมากเพื่อจดจำความแตกต่างหรือลักษณะเด่น และทำ การแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่ม เช่น หากมีปีกก็แยกไปอยู่กลุ่มนกไม่มีปีกแต่มีสี่ขา ก็แยกไปยังกลุ่มสุนัข ตามจุดเด่นที่เห็นได้ชัด เป็นต้น ดังรูปที่ 2.13

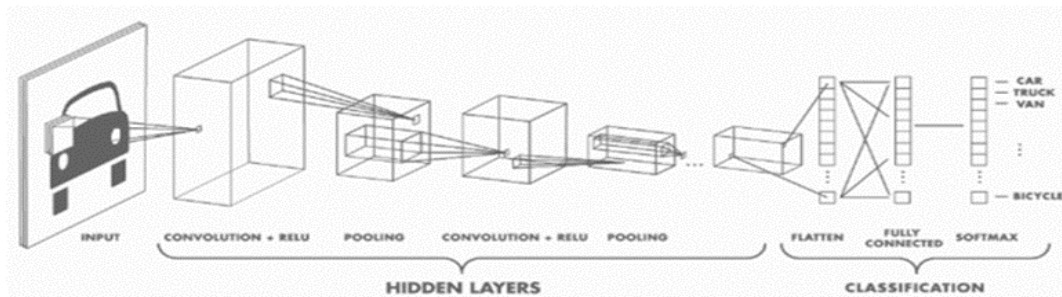
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning
(ที่มา <https://bit.ly/3dsdy42>)

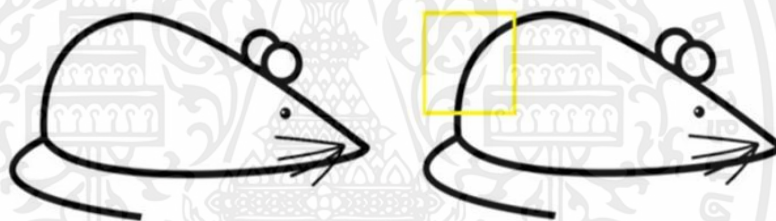
2.3.1.3 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

Convolutional Neural Network (CNN) คือโมเดลประมวลผลข้อมูลแบบลำดับ (sequential data) ที่ถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นภาพหรือภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพดาวเคราะห์ หรือภาพเคลื่อนไหวจากวิดีโอ CNN ถูกสร้างขึ้นบนหลักการของการสกัดคุณลักษณะ (feature extraction) ของภาพโดยอาศัยเทคนิคทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าการแบ่งส่วนเป็นแบบตาราง (grid-like partitioning) และการนำคุณลักษณะที่สกัดมาใช้ในการจำแนกหรือการประมวลผลต่อไป CNN ประกอบด้วยชั้นคอนโวลูชัน (convolutional layers) ที่ประมวลผลภาพที่รับเข้ามา โดยทำการสกัดคุณลักษณะอย่างเป็นลำดับด้วยการสังข์เข้ากระบวนการคอนโวลูชัน และส่วนบ่งชี้ (pooling layers) ที่ใช้ในการลดขนาดของภาพเพื่อลดจำนวนพารามิเตอร์และการคำนวณ ซึ่งช่วยให้โมเดลมีความสามารถในการจดจำลักษณะที่สำคัญของภาพได้ดีขึ้นหลังจากชั้นคอนโวลูชันและชั้นพูลลงมา ข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปยังชั้นเชื่อมต่อแบบเต็มพิกัด (fully-connected layers) ที่มีหน้าที่ในการจัดหมวดหมู่หรือจำแนกข้อมูล จุดสุดท้ายของโมเดลจะเป็นชั้นเอาต์พุตที่คำนวณผลลัพธ์เป็นรูป ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 Convolutional Neural Network (CNN) หรือ โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน [10] (ที่มา : <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

การมองพื้นที่ย่อยของมนุษย์จะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ย่อยนั้น เช่น ลายเส้นและการตัดกันของสีซึ่งการที่รู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสีตัดกันเพราะจะดูทั้งจุด ที่ สนใจและบริเวณรอบประกอบกัน



รูปที่ 2.15 การมองวัตถุของมนุษย์ (ที่มา : <https://bit.ly/3x3onRX>)

จากรูปที่ 2.15 ถ้าเราเปรียบว่ากรอบสี่เหลี่ยมสีเหลืองคือ พื้นที่ที่มนุษย์กำลังให้ความสนใจอยู่ แต่เราสามารถรับรู้ได้ว่าสิ่งนี้คือ หนูเพราะคนกวาดสายตามองโดยรอบ [11]

2.3.1.4 การแยกคุณลักษณะ (Feature)

เป็นกระบวนการที่สำคัญในการประมวลผลข้อมูล เซ็ตของคุณลักษณะที่ถูกสกัดออกมาจากข้อมูลเป็นตัวแทนของลักษณะที่น่าสนใจ ซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกหรือวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปได้

2.3.1.5 ลักษณะของ Filter

เป็นตัวกรองที่ใช้ในการสกัดคุณลักษณะจากข้อมูล ในทางการประมวลผลภาพ [12] เคอร์เนลมักจะเป็นเมทริกซ์หรือเมทริกซ์เชิงสองมิติที่มีขนาดกำหนดเอง (เช่น 3×3 , 5×5) โดยมีค่าน้ำหนัก (weights) ที่กำหนดให้แต่ละพิกเซลในเคอร์เนลลักษณะของเคอร์เนลจะมีผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อผลลัพธ์ที่ได้รับในแผนที่คุณลักษณะ (feature map) ซึ่งสามารถสร้างลักษณะที่ต้องการจากข้อมูลต้นฉบับได้สมมุติว่าถ้าต้องการหาเส้นตรงทแยงสีขาวตัวกรองอาจจะอยู่ในลักษณะต่อไปนี้

1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	1

รูปที่ 2.16 ตัวกรอง 3×3 สำหรับหาเส้นตรงทแยงสีขาว (ลักษณะ Filter)

(ที่มา : <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

จากรูป 2.16 ตำแหน่งตรงกลางที่มีกรอบสี่ฟ้า คือ Anchor เอาไว้ทาบบนพิกเซลของภาพข้อมูลอินพุตตัวกรองจะถูกทาบบลงในพิกเซลแรกของภาพข้อมูลอินพุตจากนั้นจะเลื่อนไปทาบบนพิกเซลอื่นในภาพทีละพิกเซล จนครบทุกพิกเซลในภาพแต่ทั้งนี้อาจจะไม่ทาบบนตัวกรองบนพิกเซลที่อยู่ใกล้กรอบภาพเพราะตัวกรอง จะล้นออกไปนอกภาพเมื่อเลื่อนตัวกรองไปเรื่อยๆ จนครบทุกพิกเซลที่สามารถเลื่อนได้ในภาพสิ่งที่ได้ นั้นจะเป็นสิ่งที่เรียกว่า ผังคุณลักษณะ (Feature Map)

1x1	1x0	1x1	0	0
0x0	1x1	1x0	1	0
0x1	0x0	1x1	1	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0

4		

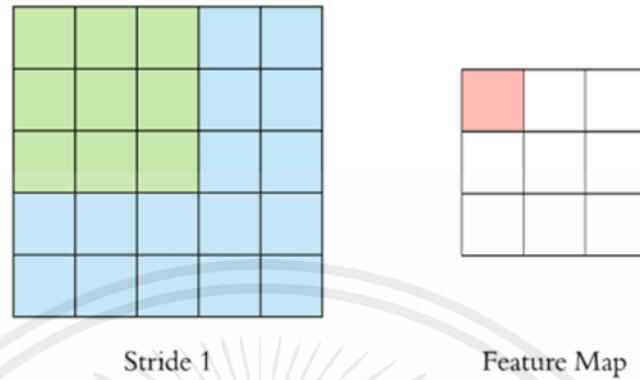
รูปที่ 2.17 การเลื่อนตำแหน่งพิกเซล

(ที่มา : <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

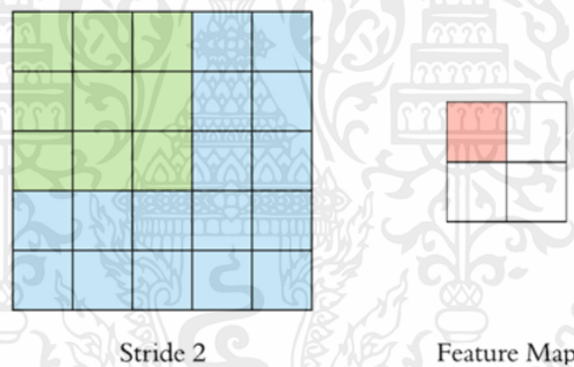
2.3.1.6 Stride และ Padding

Stride เป็นตัวกำหนดว่าต้องการจะเลื่อนตัวกรอง (Filter) ด้วย Step ที่เท่าไร



รูปที่ 2.18 การกำหนดค่าเท่ากับ 1 ช่อง

(ที่มา: <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)



รูปที่ 2.19 การกำหนดค่าเท่ากับ 2 ช่อง

(ที่มา : <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

จากรูปที่ 2.18 และ รูปที่ 2.19 สามารถกำหนดค่าของ Stride ให้มากขึ้นได้ถ้าต้องการให้การคำนวณหาคุณลักษณะมีพื้นที่ทับซ้อนกันน้อยขึ้นแต่การกำหนดค่าของ Stride ที่มากขึ้นจะทำให้ได้ฟังก์ชันลักษณะที่มีขนาดเล็กลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพเครื่องปั้นดินเผา

(ที่มา :<https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

2.3.1.7 Max Pooling

เป็นเทคนิคหนึ่งในการประมวลผลภาพในเครือข่ายประสาทเทียม (Convolutional Neural Networks - CNNs) ที่ใช้ในขั้นตอนของการลดขนาดข้อมูล (downsampling) เพื่อลดขนาดของภาพและการคำนวณในระหว่างการฝึกสอนแบบจำลองในขั้นตอนของ Max Pooling, จะมีการเลือกค่าสูงสุด (maximum value) ในบริเวณหนึ่งๆ ที่กำหนดให้เป็นตัวแทนของบริเวณนั้น โดยทั่วไปจะใช้เฟิร์มขนาดเล็ก (เช่น 2x2) ในการเลือกค่าสูงสุด และเลื่อนตามรูปแบบการสเกลในภาพ หรือสามารถกำหนดขนาดและการเลื่อนได้ตามต้องการ

จากรูปที่ 2.20 จะเห็นว่ารูปภาพมีขนาดสเกลที่เล็กลงสามารถแบ่งชั้น คือ เครื่องปั้นดินเผาโดยคอมพิวเตอร์สามารถทำการจำแนกวัตถุขึ้นนี้ที่ความละเอียดสูงได้



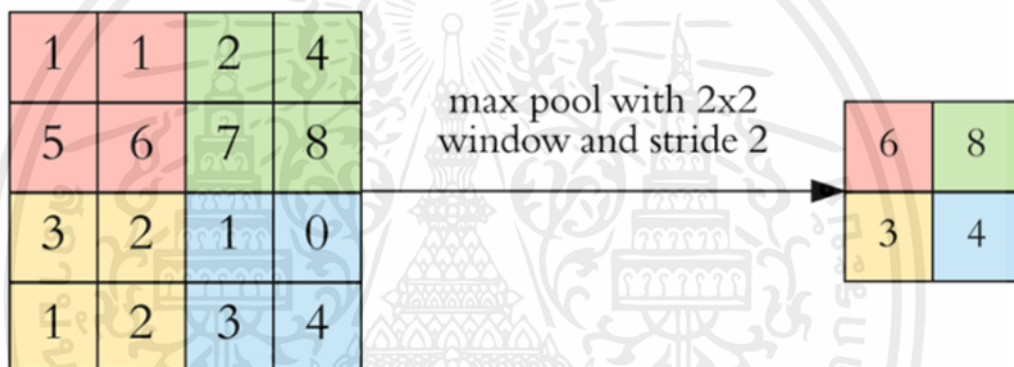
รูปที่ 2.21 ภาพวัตถุการทำ Max Pooling ตัวอย่างภาพแมว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.21 จำแนกวัตถุโดยอาศัยการดูที่รายละเอียดเล็กๆ และการดูแบบคร่าวๆ บนพื้นที่ใหญ่ ลองสังเกตการจำแนกแมวในภาพสองภาพนี้ในภาพบนแม้จะมีแมวหลายตัว แต่สามารถแยกแมวออกจากกันได้ด้วยการดูสีหรือพื้นที่ใหญ่ๆ บนตัวแมว ในขณะที่แมวทางภาพล่าง สองตัวนี้ต้องลงไปดูรายละเอียดเล็กๆ เช่น ตาและจมูกเพื่อแยกให้ออกว่ามีแมวกี่ตัว

Pooling คือ ความสามารถในการย่อรูปแบบหนึ่งซึ่งมีสองประเภทหลักที่ นิยมกัน คือ Max Pooling และ Mean Pooling

Max Pooling เป็นตัวกรองแบบหนึ่งที่ทำค่าสูงสุดในบริเวณที่ตัวกรองทาบ อยู่มาเป็นผลลัพธ์โดยจะเตรียมตัวกรองในลักษณะเดียวกับการทำ Feature Extraction ของ CNN มาทาบบนข้อมูลแล้วเลือกค่าที่สูงที่สุดบนตัวกรองนั้นมาเป็นผลลัพธ์ใหม่และจะเลื่อนตัวกรองไปตาม Stride ที่กำหนดไว้โดยขนาดตัวกรองของการทำ Max Pooling จะนิยมเรียกกันว่า Pool Size ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ผลลัพธ์การทำ Max Pooling

(ที่มา : <https://medium.com/@natthawatphongchit/>)

2.3.2 ขั้นตอนติดตั้งเครื่องมือสำหรับการทำโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง

ขั้นตอนที่ 1

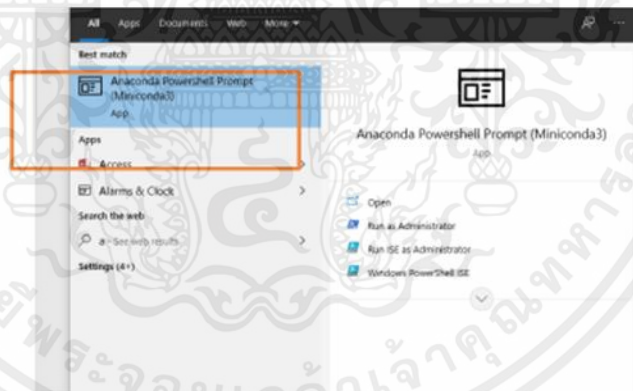
ทำการติดตั้งโปรแกรม Anaconda ซึ่งจะเป็นการลงไลบรารีที่จำเป็นสำหรับการทำแมชชีนเลิร์นนิง โดยดาวน์โหลดผ่านทาง www.anaconda.com [13] แล้วเลือกไปที่ระบบปฏิบัติการ การที่ใช้พัฒนาบนคอมพิวเตอร์ซึ่งในที่นี้จะเป็นระบบปฏิบัติการแบบ Window หลังจากดาวน์โหลดเสร็จแล้วก็ให้ทำการติดตั้งโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 การดาวน์โหลด Anaconda

ขั้นตอนที่ 2

ทำการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python ที่ผูกติดมาจากโปรแกรม Anaconda ให้กลายเป็นภาษา Python เวอร์ชัน 3.6 หรือ 3.7 เนื่องจากหากเป็นเวอร์ชันอื่นจะไม่สามารถใช้งานร่วมกับไลบรารี TensorFlow เวอร์ชัน 1.1.15 ได้ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำแมชชีนเลิร์นนิงซึ่งในที่นี้จะใช้ Python 3.7.9 โดยสามารถเปลี่ยนได้ภายในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt [14] ที่มาพร้อมกับโปรแกรม Anaconda ดังรูปที่ 2.24 ซึ่งมีคำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt

```

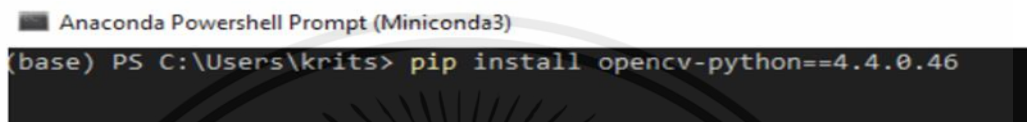
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\krits> conda install python=3.7.9
  
```

รูปที่ 2.25 คำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงเวอร์ชันของภาษา Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3

ทำการติดตั้งไลบรารี OpenCV เวอร์ชัน 4.4.0.46 ดังรูปที่ 2.26 ซึ่งเป็นไลบรารีที่ใช้สำหรับเป็นวิสัยทัศน์ให้กับคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถจับสัญญาณ ของกล้องเพื่อนำภาพวิดีโอจากกล้องมาทำการถ่ายทอดสดและนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลอง สำหรับการตรวจจับขยะและติดตั้ง TensorFlow เวอร์ชัน 1.1.15 ดังรูปที่ 2.27 ตามลำดับ



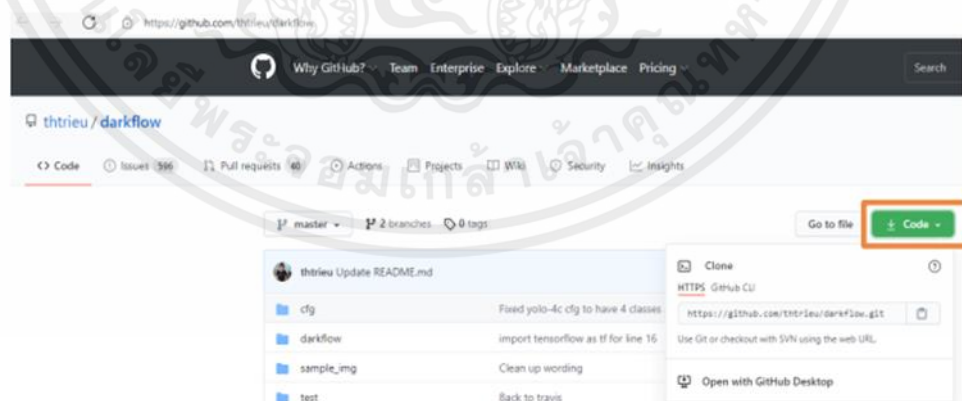
```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\kritis> pip install opencv-python==4.4.0.46
```

รูปที่ 2.26 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี OpenCV



```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\kritis> pip install tensorflow==1.1.15
```

รูปที่ 2.27 คำสั่งที่ใช้ติดตั้งไลบรารี TensorFlow

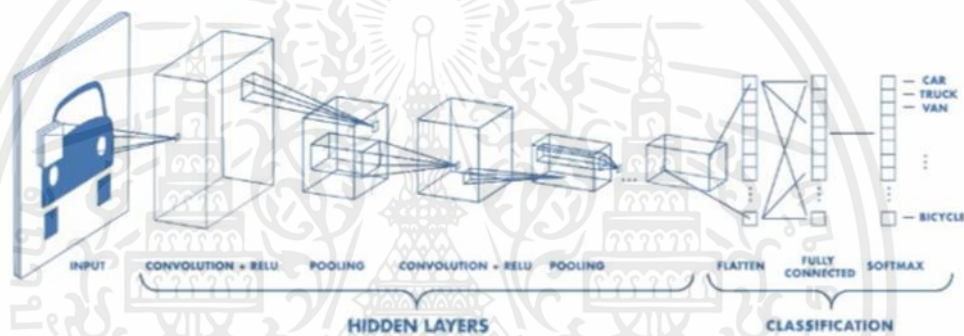


รูปที่ 2.28 ดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

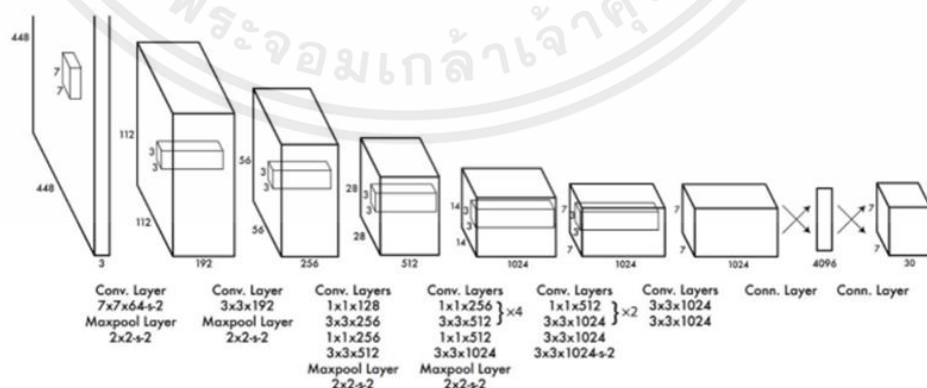
ขั้นตอนที่ 4

จากรูปที่ 2.28 ทำการดาวน์โหลดเครื่องมือไลบรารี YOLO-V2 ผ่านทางเว็บไซต์ <https://github.com/thtrieu/darkflow> โดยคลิกไปที่ Code แล้วคลิก Download ZIP สำหรับเครื่องมือ YOLO-V2 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทำ Deep Learning ให้กับคอมพิวเตอร์ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือ TensorFlow โดยใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN) [15] เพื่อใช้สำหรับสร้างปัญญาประดิษฐ์สำหรับการตรวจจับวัตถุและแบ่งแยกประเภทวัตถุ โดยเฉพาะ โดยโครงข่ายประสาทเทียมนี้จะจำลองการมองเห็นของมนุษย์ที่มองเห็นพื้นที่เป็นพื้นที่เล็กๆ ดังรูปที่ 2.29 เช่นเดียวกับการแสดงภาพบนคอมพิวเตอร์ที่จะเป็นลักษณะพิกเซล (Pixel) ย่อยๆมารวมเข้าด้วยกันโดยการมองเห็นที่น้อยจะมีการแยกคุณลักษณะ (Feature) ของพื้นที่ที่น้อยนั้น เช่น ลายเส้น และการตัดกันของสีซึ่งการที่มนุษย์รู้ว่าพื้นที่ตรงนี้เป็นเส้นตรงหรือสี่เหลี่ยมเพราะมนุษย์ดูทั้ง จุดที่สนใจและบริเวณรอบๆ ประกอบกัน



รูปที่ 2.29 โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

(ที่มา: <https://bit.ly/3waBSxW>)



รูปที่ 2.30 สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2

(ที่มา: <https://bit.ly/3dsrYB1>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวคิดหลักของ YOLO คือการสร้างเครือข่าย CNN เพื่อทำนายเทนเซอร์ ใช้ เครือข่าย CNN เพื่อลดขนาดเชิงพื้นที่พร้อมช่องสัญญาณเอาต์พุต 1024 ช่องในแต่ละตำแหน่ง YOLO ทำการถอดรอยเชิงเส้นโดยใช้สองเลเยอร์ที่เชื่อมต่อกันอย่างสมบูรณ์เพื่อทำการคาดคะเน) ในการทำนายขั้นสุดท้ายซึ่งเราจะเก็บค่าทำนายที่มีคะแนนความเชื่อมั่นสูง ไว้เป็นค่าทำนายสุดท้าย[16] ดัง รูปที่ 2.30

ขั้นตอนที่ 5

เมื่อทำการดาวน์โหลดเครื่องมือ YOLO-V2 เสร็จแล้วให้ทำการแตกไฟล์ให้เรียบร้อย เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะปรากฏเป็นโฟลเดอร์ที่ชื่อว่า Darkflow-Master ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 โฟลเดอร์ Darkflow-Master

ขั้นตอนที่ 6

ต่อมาให้เข้าไปยังโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วเข้าไปยัง ตำแหน่งที่โฟลเดอร์Darkflow-Master แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 2.32 ซึ่งจะเป็นการตั้งค่าให้เครื่องมือ YOLO-V2 สามารถใช้งานได้ภายในคอมพิวเตอร์

```

■ Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\krits> cd desktop/darkflow-master
(base) PS C:\Users\krits\desktop\darkflow-master> python setup.py build_ext --inplace

```

รูปที่ 2.32 คำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าเครื่องมือ YOLO-V2

ขั้นตอนที่ 7

การดาวน์โหลดTiny-YoLo-Voc.weights แล้วนำไฟล์ที่ได้ไปใส่ไว้ภายในโฟลเดอร์ที่ชื่อ ว่า bin ซึ่งเป็นโฟลเดอร์ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์Darkflow-Master ดังรูปที่ 2.33 โดยไฟล์Tiny-YoLo-Voc.weights จะเป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับการฝึกฝนหรือเทรนโมเดลแบบจำลองที่ต้องการ ซึ่งจะทำให้หน้าที่เป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลองที่ต้องการใช้สำหรับการตรวจจับวัตถุ ซึ่ง สามารถดาวน์โหลด Tiny-YoLo-Voc.weights ได้ที่ <https://pjreddie.com/darknet/yolo>

Name	Date modified	Type	Size
tiny-yolo-voc.weights	11/16/2020 2:09 PM	WEIGHTS File	61,984 KB
yolo2.weights	11/16/2020 2:09 PM	WEIGHTS File	199,155 KB
yolo2-tiny-voc.weights	11/16/2020 2:09 PM	WEIGHTS File	61,984 KB
yolo2-voc.weights	11/16/2020 2:09 PM	WEIGHTS File	197,954 KB
yolo3-tiny.weights	11/16/2020 2:09 PM	WEIGHTS File	34,605 KB

รูปที่ 2.33 ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.weights

ขั้นตอนที่ 8

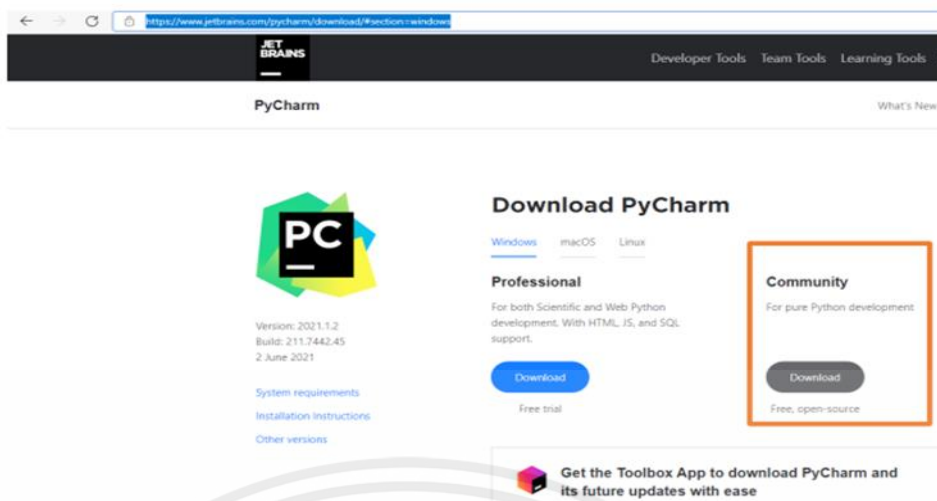
ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม LabelImg โดยเลือกระบบปฏิบัติการเป็น Window สำหรับโปรแกรม LabelImg จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการจัดเตรียมภาพดังรูปที่ 2.34 ที่อยู่ในชุดข้อมูลวัตถุที่ต้องการจะทำการตรวจจับให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะทำการเทรนโมเดลแบบจำลอง โดยจะมีหน้าที่คือทำการบ่งชี้ไปที่พื้นที่แยกย่อยซึ่งเป็นคุณลักษณะ (Feature) ที่ต้องการจะตรวจจับ แล้วทำการใส่ป้ายชื่อไปที่แยกย่อยเพื่อเป็นการจำแนกความแตกต่างของแต่ละคุณลักษณะ (Feature) สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม LabelImg ผ่านทาง LabelImg (tzutalin.github.io) [17]



รูปที่ 2.34 ลักษณะโปรแกรม labelimg

(ที่มา : <https://bit.ly/3x3ITBG>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.35 ลักษณะโปรแกรม Pycharm

ขั้นตอนที่ 9

ทำการดาวน์โหลดโปรแกรม Pycharm โดยเลือกไปที่ Community ดังรูปที่ 2.35 เพื่อรับโปรแกรมในเวอร์ชันที่ไม่เสียค่าใช้จ่าย โปรแกรม Pycharm จะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโค้ดเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการตรวจจับการเผาไหม้ใหม่ที่โล่งบนพื้นฐานของภาษา Python ซึ่ง สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม Pycharm โดย Download PyCharm: Python IDE for Professional Developers By JetBrains [18]

2.4 เครื่องมือที่ใช้สร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิงและไลบรารี (Library)

สำหรับเครื่องมือและไลบรารี (Library) ที่ใช้สำหรับโมเดลแมชชีนเลิร์นนิงประกอบด้วย

2.4.1 Python

จากรูปที่ 2.36 Python คือ [19] Python เป็นภาษาโปรแกรมที่มีความนิยมและได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในวงกว้าง มันถูกสร้างขึ้นโดย Guido van Rossum ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1991 และมีเป้าหมายที่จะเป็นภาษาโปรแกรมที่อ่านง่ายและเข้าใจได้ โดยมุ่งเน้นความอ่านง่ายและการเขียนโค้ดที่เรียบง่าย Python เป็นภาษาโปรแกรมที่สามารถใช้ในหลายด้านของการพัฒนาซอฟต์แวร์ เช่น การพัฒนาเว็บไซต์, การวิเคราะห์ข้อมูล, การประมวลผลภาพ, การเขียนสคริปต์ทั่วไป, และการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือ ภาษา Python มีไลบรารีและเครื่องมือที่หลากหลายให้ใช้ในการสนับสนุนการพัฒนา ซึ่งทำให้มันเป็นภาษาที่สะดวกในการใช้งานและสร้างโค้ดที่สามารถอ่านและแก้ไขได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.36 Python

(ที่มา : <https://python-thailand.github.io/intro/logo.html>)

ในส่วนของโค้ดของ Python ถูกสร้างขึ้นมาจากภาษาซีการประมวลผลจะทำในแบบ อินเทอร์พรีเตอร์คือจะประมวลผลไปที่ละบรรทัดและปฏิบัติตามคำสั่งที่ได้รับ Python เวอร์ชันแรกคือเวอร์ชัน 0.9.0 ออกมาเมื่อปีพ.ศ. 2533 และเวอร์ชันปัจจุบันคือ 3.8 โดยส่วนของนามสกุลไฟล์ต่างๆ ของภาษา Python มี .py, .pyi, .pyc, .pyd, .pyo (ตั้งแต่เวอร์ชัน 3.5), .pyw, .pyz จุดเด่นของ Python เมื่อเทียบกับภาษาอื่น

1. Python เป็นภาษาที่มีความยืดหยุ่นสูงมากการเขียน Python มีอักขระสามารถ ใช้แทนกันได้เช่น “และ” ทำให้ง่ายต่อการเขียนและมีฟังก์ชันในการใช้งานมากมายเข้าใจง่ายกว่าภาษาอื่นๆ
2. ภาษานี้เป็น Open Source ใช้งานได้ฟรีการเขียน Python ไม่จำเป็นต้องเสีย เงิน เพราะเป็น Opensource ผู้ที่ศึกษาและต้องการใช้ที่จะใช้งานสามารถเริ่มต้นจาก python.org ได้
3. ง่ายต่อการเรียนรู้สามารถต่อยอดได้จริง ดังที่บอกว่าภาษา Python มีความ ใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษมากกว่าภาษาโปรแกรมมิ่งอื่นๆ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้เหมาะสำหรับทั้ง ผู้เรียนใหม่และคนที่ต้องการต่อยอดจากภาษาอื่นๆ

2.4.2 OpenCV

จากรูปที่ 2.37 OpenCV [20] OpenCV (Open Source Computer Vision Library) เป็นไลบรารีโอเพ่นซอร์สที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพและการมองเห็นคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีเครื่องมือและฟังก์ชันที่หลากหลายสำหรับการจัดการกับภาพดิจิทัล OpenCV ถูกพัฒนาขึ้นโดย Intel ในปี ค.ศ. 1999 และต่อมาได้รับการพัฒนาและสนับสนุนจากชุมชนนักพัฒนาทั่วโลก ซึ่งทำให้เป็นไลบรารีที่มีความนิยมและใช้งานกันอย่างแพร่หลายในงานทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และการประมวลผลภาพ เช่น การแบ่งประเภท Object ว่าเป็นหมา แมว คน และรถยนต์เป็นต้นไป จนถึง การนำไปใช้งานที่ซับซ้อนมากขึ้น เช่น การจดจำใบหน้าของคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 OpenCV

(ที่มา : <https://bit.ly/3zPSn5p>)

2.4.3 TensorFlow และ Yolo Framework



รูปที่ 2.38 TensorFlow และ YoLo เฟรมเวิร์ก

(ที่มา : <https://roboflow.com/formats/yolo-darknet-txt>)

จากรูปที่ 2.38 TensorFlow คือ Deep Learning Library [21] เป็นไลบรารีฟรี และ Open Source สำหรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยการเรียนรู้ของเครื่องโดยเฉพาะการสร้างโครงข่ายประสาทเทียมเป็นผลงานการวิจัยและผลิตภัณฑ์ของกูเกิลเดิมถูกพัฒนาโดยทีมกูเกิลเบรนต์ เพื่อใช้ภายในบริษัทกูเกิล แต่ต่อมาเปิดให้สาธารณชนได้ใช้งานภายใต้ Apache License 2.0 โดยต้อง ใช้งานร่วมกับแพลตฟอร์ม YOLO เฟรมเวิร์ก YOLOv2 เป็นหนึ่งในโมเดลที่ดีที่สุดในการจดจำวัตถุ สามารถ จดจำวัตถุและประมวลผลเฟรมที่อัตราสูงถึง 150 FPS สำหรับเครือข่ายขนาดเล็กให้ความ แม่นยำในการตรวจจับที่ล้ำสมัยมันสามารถทำงานบนขนาดที่แตกต่างกันโดยให้การ แลกเปลี่ยน ระหว่างความเร็วและความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 LabelImg



รูปที่ 2.39 LabelImg

(ที่มา : <https://bit.ly/3gM93TV>)

จากรูปที่ 2.39 LabelImg [22] เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างและปรับแต่งข้อมูลภาพ สำหรับการสอนแบบจำลองการเรียนรู้ของคอมพิวเตอร์ เช่น การสร้างชุดข้อมูลสำหรับการตรวจจับวัตถุหรือการทำซีเมนต์เมนต์ โดยทั่วไปแล้วใช้สำหรับงาน Computer Vision และ Deep Learning แล้วแปลงไฟล์จากสกุล .jpg เป็น .xml

2.4.5 PycharmIDE



รูปที่ 2.40 Pycharm

(ที่มา : <https://bit.ly/2Uprjtn>)

จากรูปที่ 2.40 Pycharm เป็นโปรแกรมสำหรับภาษา Python ที่พัฒนาโดยบริษัท JetBrains ซึ่งเป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีชื่อเสียงในวงการพัฒนาซอฟต์แวร์ โปรแกรมนี้มีความสามารถในการสนับสนุนการเขียนและการพัฒนาโค้ด Python อย่างมืออาชีพ [23]

คุณสมบัติ PyCharm สำหรับผู้ใช้เพื่อให้กระบวนการเขียนโค้ดง่ายขึ้น

1. การแก้ไขโค้ดแบบอัตโนมัติ PyCharm มีเครื่องมือในการแก้ไขโค้ดอัตโนมัติที่ช่วยลดเวลาและลูกศรในการพิมพ์ มันมีฟีเจอร์เช่นการเติมข้อความอัตโนมัติ, การเติมฟังก์ชันและชื่อตัวแปร, การตรวจสอบข้อความและรูปแบบโค้ด, และอื่น ๆ

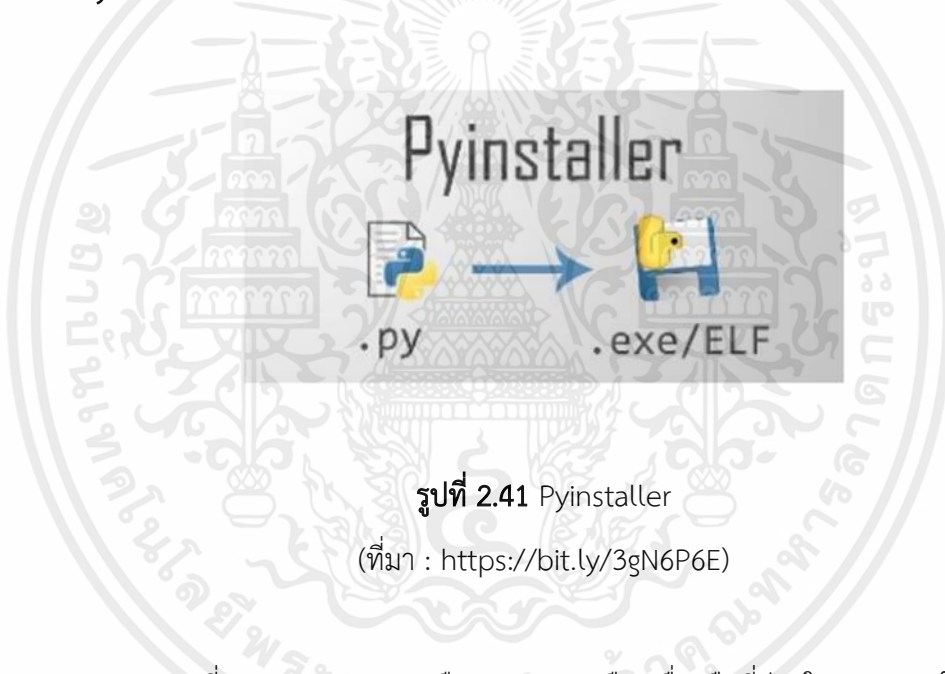
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การจัดระเบียบโค้ด PyCharm ช่วยให้คุณสามารถจัดระเบียบโค้ดของคุณได้อย่างเรียบร้อย มันมีเครื่องมือสำหรับการจัดฟังก์ชัน, การจัดระเบียบแถวและการย่อหน้าโค้ด, การเติมข้อความคำอธิบาย (docstrings), การจัดการการนำเข้า (imports), และอื่น ๆ

3. รองรับเทคโนโลยีเว็บยอดนิยม PyCharm ช่วยให้โปรแกรมเมอร์เขียนเว็บ แอปพลิเคชันต่างๆ ใน Python ได้ง่ายขึ้นซึ่งรองรับเทคโนโลยีเว็บที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย อาทิเช่น HTML, CSS, JavaScript, TypeScript และ CoffeeScript ซึ่งนักพัฒนาเว็บสามารถใช้ตัวเลือกการแสดงผลตัวอย่างการแก้ไขแบบเรียลไทม์ที่ IDE จัดเตรียมไว้เพื่อดูหน้าเว็บเดี่ยวพร้อมกันในตัวแก้ไขและ บราวเซอร์

4. การตรวจสอบและระบุข้อผิดพลาด PyCharm มีเครื่องมือในการตรวจสอบโค้ดและระบุข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น มันสามารถระบุข้อผิดพลาดที่เป็นไปได้ เช่น ตัวแปรที่ไม่ได้ใช้, การอ้างอิงที่ไม่ถูกต้อง

2.4.6 Pyinstaller



รูปที่ 2.41 Pyinstaller

(ที่มา : <https://bit.ly/3gN6P6E>)

จากรูปที่ 2.41 Pyinstaller คือ Module หรือเครื่องมือที่ช่วยในการแปลงโปรแกรม ที่ได้ทำการพัฒนาไว้ซึ่งจะมีนามสกุลไฟล์เป็น .py [24] ให้กลายเป็นแอปพลิเคชันที่นำไปใช้งานภายใน คอมพิวเตอร์ซึ่งจะมีนามสกุลไฟล์เป็น .exe โดยไฟล์ exe ย่อมาจาก Executable ซึ่งเป็นประเภทไฟล์มาตรฐานใน Windows เป็นรูปแบบไฟล์ปฏิบัติการประกอบด้วยโปรแกรมและมีความสามารถในการทำงานเป็นโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ไม่ต้องการคำสั่งนำเข้าใดๆ เพื่อดำเนินการเพียงแค่ดับเบิลคลิกก็เพียงพอที่จะเรียกใช้ไฟล์ .exe ทั้งนี้ Pyinstaller จะเขียนด้วยภาษา Python เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ได้แบบ Stand-Alone โดย Pyinstaller สามารถใช้ งานได้ทั้งบน Windows, Linux และ Mac ซึ่งจะสนับสนุน Python 2.7 และ python 3.4 - 3.7

2.4.7 OBS-Studio



รูปที่ 2.42 OBS-Studio

(ที่มา : <https://bit.ly/3gKZhBn>)

จากรูปที่ 2.42 โปรแกรม OBS Studio ย่อมาจาก Open Broadcaster Software [25] เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการถ่ายทอดสด (live streaming) และการบันทึกวิดีโอบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมนี้มีความสามารถที่หลากหลายในการจัดการและปรับแต่งการถ่ายทอดสด และมีระบบตัวจับเวลา แสดงภาพหน้าจออื่น ๆ รวมถึงเครื่องมือการจัดการเสียง คุณสมบัติและความสามารถของโปรแกรม OBS Studio มีดังนี้

1. อัดวิดีโอและถ่ายทอดสด (พร้อมกันได้)
2. Live ถ่ายทอดสดวิดีโอไปยังเว็บไซต์ออนไลน์
3. แสดงผลวิดีโอซ้อนวิดีโอในชั้นเดียวกันได้
4. ใส่ข้อความ รูปภาพ และย้ายตำแหน่งในขณะที่บันทึกวิดีโอหรือเผยแพร่วิดีโอได้
5. ปรับแต่งประสิทธิภาพของวิดีโอและประสิทธิภาพของเสียง
6. ตั้งค่าปุ่มลัดเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น
7. ง่ายต่อการปรับแต่งและตั้งค่าการใช้งาน

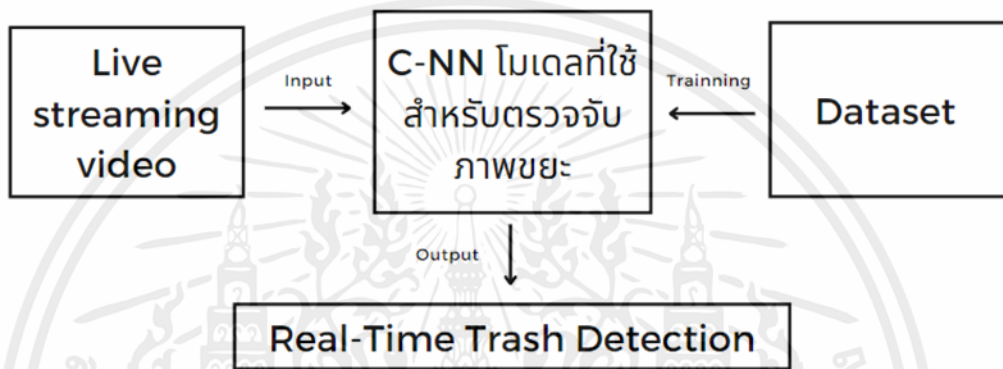
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การสร้างแบบจำลอง Machine Learning ด้วยเทคนิค CNN

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิงสำหรับการตรวจจับภาพขยะ ขั้นตอนการออกแบบต่างๆ จะถูกอธิบายอย่างละเอียด

3.1 บล็อกไดอะแกรมการออกแบบโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแมชชีนเลิร์นนิง

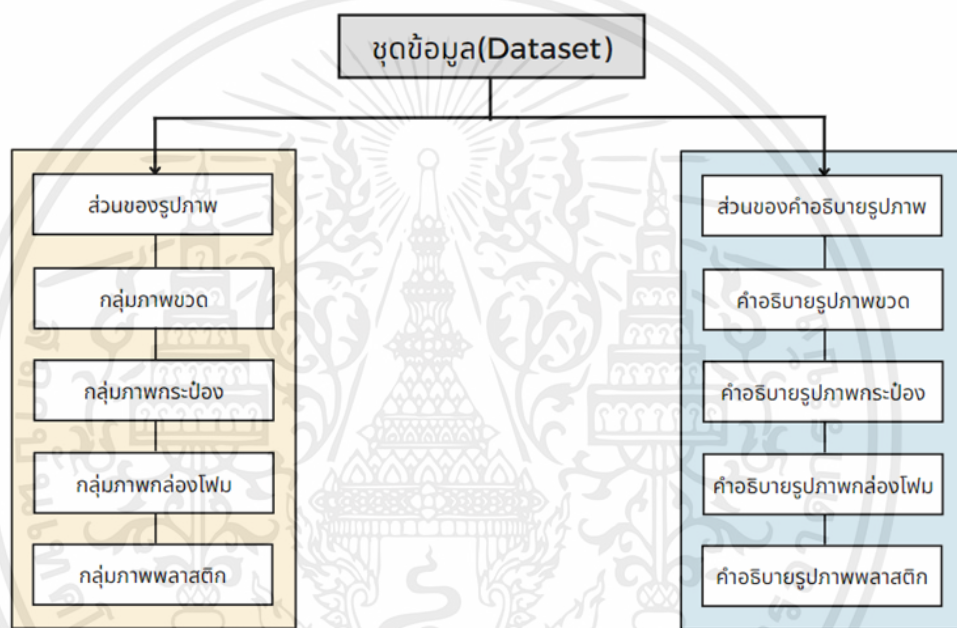
จากรูปที่ 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมสำหรับการออกแบบโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง ซึ่งใจความหลักอยู่ที่การนำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Convolution Neural Network Model) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการใช้ทำการเรียนรู้จักรกล (Machine Learning) ในรูปแบบการทำการแบ่งแยกประเภทของวัตถุ (Object Classification) แล้วทำการตรวจจับสิ่งที่ต้องการโดยการใช้เครื่องมือ YOLO V2 ซึ่งเป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมาสำหรับการใช้งานแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยเครื่องมือตัวนี้ถูกพัฒนามาจากไลบรารี Tensorflow จากภาษา Python ซึ่งเครื่องมือตัวนี้จะทำให้การเตรียมชุดข้อมูล (Dataset) เพื่อใช้สำหรับการสร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิงเพื่อทำการตรวจจับภาพของขยะได้สะดวกมากยิ่งขึ้น อีกปัจจัยที่สำคัญ คือ การเตรียมชุดข้อมูล (Dataset Preparation) ซึ่งภายในชุดข้อมูล ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เก็บรูปภาพ (Training File) และส่วนที่เก็บคำอธิบายคุณลักษณะของภาพ (Annotation File) ในขั้นแรก ต้องทำการจัดเก็บรูปภาพที่เหมาะสมสำหรับการสร้างแบบจำลองก่อน โดยพิจารณาจากความคมชัด ความชัดเจน คุณลักษณะ บริบท และองค์ประกอบของรูปภาพ ไม่เช่นนั้นแล้ว อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจจับของเครื่องกลได้ เมื่อทำการเตรียมรูปภาพที่เหมาะสมทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ทำซีจุดและคุณลักษณะที่ต้องการทำการตรวจจับภายในภาพเหล่านั้นเพื่อเป็นการชี้เฉพาะให้กับคอมพิวเตอร์ซึ่งทราบว่า จะทำการตรวจจับสิ่งใดสิ่งหนึ่งภายในรูปภาพแล้วทำการจัดเก็บในส่วนของคำอธิบายคุณลักษณะภาพเป็นอันเสร็จสิ้นการเตรียมชุดข้อมูล ขั้นตอนต่อมาจะนำชุดข้อมูลที่ทำการเตรียมไว้มาทำการฝึกฝน (Training) โดยผ่านกระบวนการของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อทำการสร้างแบบจำลองแมชชีนเลิร์นนิงที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการตรวจจับภาพขยะโดยหน้าที่ของแบบจำลองนี้คือเมื่อทำการป้อนวิดีโอแบบถ่ายทอดสด (Live Steaming Video) ซึ่งจัดเป็นประเภทของข้อมูลที่ใช้สำหรับการตรวจสอบ (Test Data) แบบจำลองนี้จะนำสัญญาณภาพที่ได้จากการถ่ายทอดสดไปเปรียบเทียบกับคุณลักษณะของชุดข้อมูลที่ได้จากการฝึกฝนซึ่งอยู่ภายในโครงข่าย จากนั้นทำการแสดงผลออกมาเป็นการตรวจจับภาพของขยะแต่ละกลุ่มแบบเรียลไทม์ (Real-Time garbage Detection) โดยการบ่งชี้ไปที่จุดที่มีขยะ พร้อมแสดงถึงร้อยละความแม่นยำ

3.2 การสร้างโมเดลแมชชีนเลิร์นนิง

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูล (Dataset)



รูปที่ 3.2 ส่วนของชุดข้อมูล

จากรูปที่ 3.2 เป็นรูปในการเตรียมชุดข้อมูลที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วน ได้แก่ส่วนที่เก็บรูปภาพสำหรับการเทรนโมเดลแบบจำลองและส่วนที่เก็บคำอธิบายคุณลักษณะ (Feature) สำหรับการเทรนแบบจำลองการตรวจจับขยะซึ่งทั้ง 2 ส่วนมีกลุ่มขยะประกอบทั้งหมด 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มภาพขวด กลุ่มกระป๋อง กลุ่มภาพกล่องโฟม และกลุ่มภาพพลาสติก โดยขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูล มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

ทำการบันทึกรูปภาพของกลุ่มขวด กลุ่มกระป๋อง กลุ่มกล่องโฟม และกลุ่มพลาสติกในโฟลเดอร์ที่ชื่อ Images ไว้ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master จากนั้น ทำการเก็บรวบรวมรูปภาพทั้ง 4 กลุ่มไว้ภายในโฟลเดอร์ Images จากนั้นทำการสร้างโฟลเดอร์ที่ชื่อ Annotations ไว้ภายในโฟลเดอร์เดียวกันเพื่อเตรียมไว้สำหรับเก็บในส่วนของคำอธิบายรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างชุดข้อมูล (Dataset) ประเภทขวดจำนวน 600 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างชุดข้อมูล (Dataset) ประเภทขยะจำนวน 600 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างชุดข้อมูล (Dataset) ประเภทกล่องโฟมจำนวน 600 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



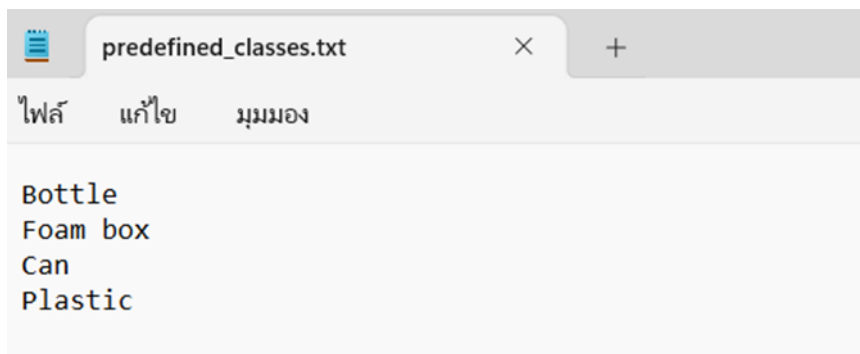
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างชุดข้อมูล (Dataset) ประเภทพลาสติกจำนวน 600 ชิ้น

ขั้นตอนที่ 2

โดยชุดข้อมูลที่นำมาใช้นั้นประกอบไปด้วยรูปภาพทั้งหมด 2,400 รูปภาพ โดยแบ่งเป็นพื้นที่แยกย่อย (Instants) ของกลุ่มขวดทั้งหมด 600 รูป จากรูปที่ 3.3 กระป๋องทั้งหมด 600 รูป จากรูปที่ 3.4 กล่องโฟมทั้งหมด 600 รูป จากรูปที่ 3.5 และกลุ่มพลาสติกทั้งหมด 600 รูปตามลำดับโดยทั้งหมดเป็นภาพที่นำมาใช้สำหรับการเทรนโมเดลแบบจำลองแมชชีนเลิร์นนิง

เมื่อเตรียมรูปภาพสำหรับการเทรนโมเดลแบบจำลองเสร็จแล้ว ให้ทำการตั้งค่าป้ายชื่อ (Labeling) ของแต่ละกลุ่มในชุดข้อมูลที่จะทำการเทรนในแบบจำลองโดยในที่นี้จะตั้งชื่อ คลาสของขวดว่า “Bottle” ตั้งชื่อคลาสของกลุ่มกระป๋องว่า “Can” ตั้งชื่อกลุ่มของกล่องโฟมว่า “Foambox” และตั้งชื่อกลุ่มพลาสติกว่า “Plastic” โดยสามารถตั้งค่าป้ายได้ที่ไฟล์ Predefined_Classed.txt ที่จัดเก็บอยู่ในโฟลเดอร์ Data ภายในโฟลเดอร์ของโปรแกรม Labellmg ดังรูปที่ 3.7 หลังจากนั้นให้ทำการบันทึก

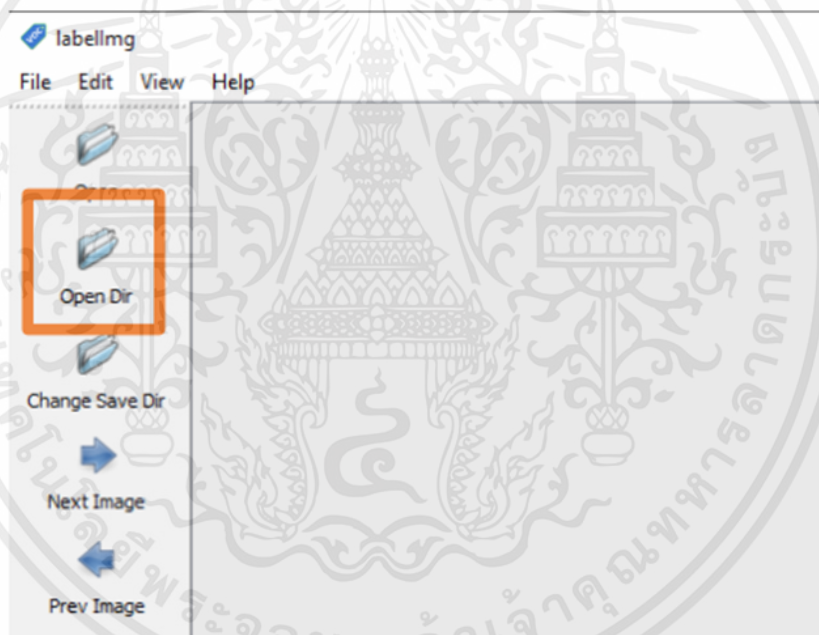
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การตั้งค่าป้ายชื่อภายในโปรแกรม Labellmg

ขั้นตอนที่ 3

ทำการเปิดใช้งานโปรแกรม Labellmg คลิกไปที่ปุ่ม Open Dir ดังรูปที่ 3.8 แล้วทำการเปิดไปที่โฟลเดอร์ Images ที่เก็บรูปภาพของชุดข้อมูล



รูปที่ 3.8 การเปิดใช้งานโปรแกรม Labellmg

ขั้นตอนที่ 4

ทำการคลิกไปที่ปุ่ม Change Save Dir เสียก่อนเพื่อเลือกโฟลเดอร์ที่ใช้สำหรับเก็บคำอธิบายคุณลักษณะ (Feature) ของรูปภาพภายในชุดข้อมูลโดยเลือกไปที่โฟลเดอร์ Annotations ที่ได้สร้างเอาไว้ก่อนหน้านี้แล้วกด Select Folder หลังจากนั้นให้ทำการคลิกไปที่ Change Save Format ให้อยู่ในโหมด PascalVoc ดังรูปที่ 3.9 ก่อนที่จะทำการล้อมกรอบไปที่ส่วนย่อยของรูปภาพที่ต้องการจะทำการเทรน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Change Save Format ในโหมด PascalVoc

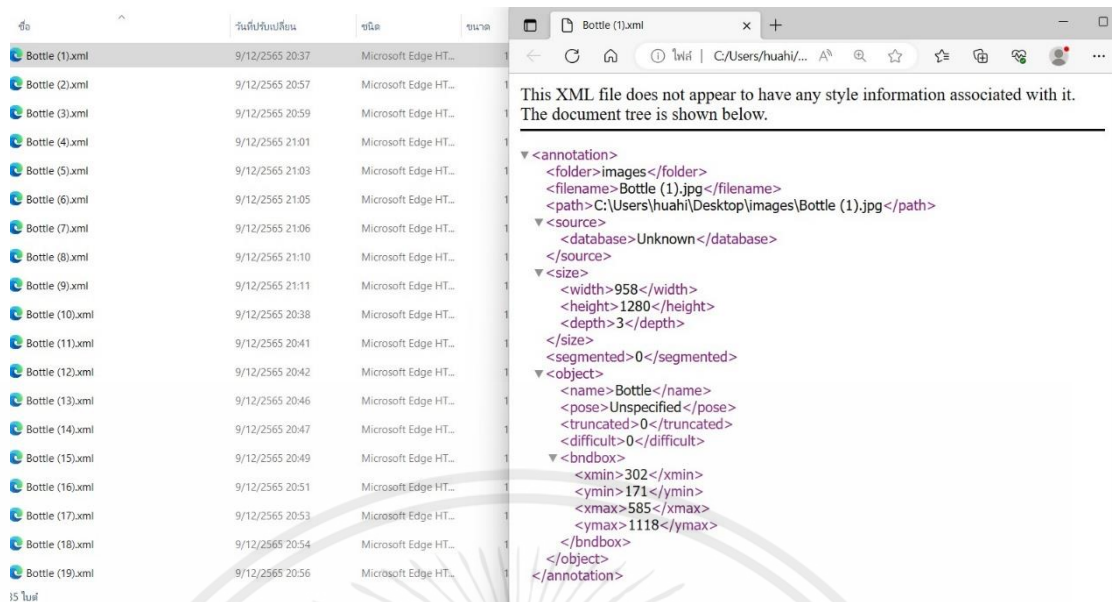


รูปที่ 3.10 การติกรอบสีเหลี่ยมรูปภาพ

ขั้นตอนที่ 5

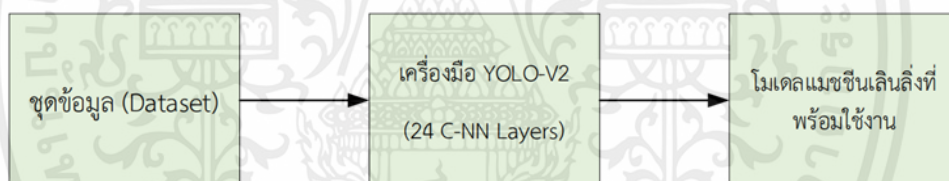
ทำการติกรอบสีเหลี่ยมล้อมรอบไปที่ส่วนที่ต้องการจะเทรนไปที่แบบจำลอง โดยกด ปุ่ม W บนคีย์บอร์ดเป็นคำสั่งในการติกรอบแล้วเลือกป้ายชื่อตามคลาสที่ได้ตั้งเอาไว้แล้วทำการคลิกไปที่ปุ่ม Save ดังรูปที่ 3.10 เพื่อเป็นการบันทึกไฟล์ในส่วนของคำที่อธิบายคุณลักษณะของรูปภาพลงในไฟล์เตอร์ Annotations โดยทำเช่นนี้กับทุกรูปภาพที่อยู่ภายในชุดข้อมูล จึงแสดงผลออกมา ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ลักษณะไฟล์ที่ใช้สำหรับอธิบายคุณลักษณะของรูปภาพ

3.2.2 ขั้นตอนการเทรนแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่ง
ขั้นตอนสำหรับการเทรนแบบจำลองมีดังนี้



รูปที่ 3.12 แบบจำลองสำหรับการเทรนชุดข้อมูล

จากรูปที่ 3.12 สำหรับขั้นตอนการเทรนแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งเมื่อได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ เครื่องมือ YOLO -V2 และทำการเตรียมชุดข้อมูล(Dataset) ที่มีความเหมาะสมเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะทำการนำชุดข้อมูลที่เตรียมไว้มาทำการฝึกฝนให้แก่เครื่องจักรกลซึ่งในที่นี้จะเป็นคอมพิวเตอร์โดยผ่านกระบวนการประมวลผลผ่านแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Convolutional Neuron Network Model) โดยการใช้งานเครื่องมือ YOLO-V2 เมื่อการฝึกฝนเสร็จสิ้นผลที่จะก็คือแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งสำหรับการใช้การตรวจจับภาพของไฟที่พร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 1

ทำการเข้าไปที่ โฟลเดอร์ชื่อ cfg ที่อยู่ในโฟลเดอร์ Darkflow-Master แล้ว ดับเบิลคลิกที่ ไฟล์ Tiny-YoLo-Voc.cfg เพื่อเป็นการปรับแต่งเครื่องมือ YOLO-V2 ให้เหมาะสม สำหรับการฝึกฝนแบบจำลองสำหรับการตรวจจับขณะที่ชุดข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยให้ไปทำการเปลี่ยนค่าของ Classes ที่อยู่ในส่วนสุดท้ายให้มีค่าเท่ากับ 4 ดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

[region]
anchors = 1.08,1.19, 3.42,4.41, 6.63,11.38, 9.42,5.11, 16.62,10.52
bias_match=1
classes=4
coords=4
num=5
softmax=1
jitter=.2
rescore=1

object_scale=5
noobject_scale=1
class_scale=1
coord_scale=1

absolute=1
thresh = .5
random=1

```

รูปที่ 3.13 การเปลี่ยนค่าของ Classes

Training on your own dataset

The steps below assume we want to use tiny YOLO and our dataset has 3 classes

1. Create a copy of the configuration file `tiny-yolo-voc.cfg` and rename it according to your preference `tiny-yolo-voc-3c.cfg` (It is crucial that you leave the original `tiny-yolo-voc.cfg` file unchanged, see below for explanation).
2. In `tiny-yolo-voc-3c.cfg`, change classes in the `[region]` layer (the last layer) to the number of classes you are going to train for. In our case, classes are set to 3.

...

```

[region]
anchors = 1.08,1.19, 3.42,4.41, 6.63,11.38, 9.42,5.11, 16.62,10.52
bias_match=1
classes=3
coords=4
num=5
softmax=1
...

```

3. In `tiny-yolo-voc-3c.cfg`, change filters in the `[convolutional]` layer (the second to last layer) to $\text{num} * (\text{classes} + 5)$. In our case, num is 5 and classes are 3 so $5 * (3 + 5) = 40$ therefore filters are set to 40.

...

```

[convolutional]
size=1
stride=1

```

รูปที่ 3.14 การเปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ [Convolution]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
[convolutional]
size=1
stride=1
pad=1
filters=45
activation=linear

[region]
anchors = 1.08,1.19, 3.42,4.41, 6.63,11.38, 9.42,5.11, 16.62,10.52
bias_match=1
classes=4
coords=4
num=5
softmax=1
jitter=.2
rescore=1
```

รูปที่ 3.15 กำหนดค่า Num ให้มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 4

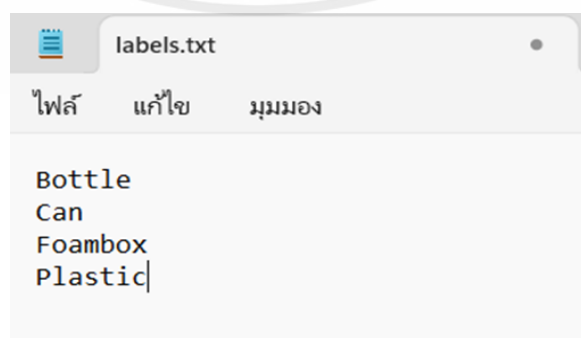
ขั้นตอนที่ 2

เปลี่ยนค่า Filters ที่อยู่ในส่วนของ Convolution ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่เหนือส่วนของ Region ที่ทำการเปลี่ยนค่าของ Classes ก่อนหน้านั้นโดยค่าของ Filters จะมีค่าเท่ากับ $\text{Num} * (\text{Classes} + 5)$ ดังรูปที่ 3.14 ตามที่ได้กล่าวไว้ในคู่มือ <https://github.com/thtrieu/darkflow>

โดยค่า Num มีค่าเท่ากับ 5 และค่าของ Classes มีค่าเท่ากับ 3 ดังรูปที่ 3.14 ดังนั้นค่าของ Filters จะมีค่าเท่ากับ 40 เมื่อตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นให้ทำการบันทึกพร้อมทั้งเปลี่ยนชื่อไฟล์เป็น tiny-yolo-voc-3c.cfg

ขั้นตอนที่ 3

ดับเบิลคลิกไปที่ไฟล์ Labels.txt ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์ Darkflow-Master แล้วใส่ ชื่อป้ายชื่อตามที่ได้ตั้งไว้ก่อนหน้านี้ ได้แก่ Bottle, Can, Foambox และ Plastic ดังรูปที่ 3.16 แล้วทำการบันทึก



รูปที่ 3.16 ไฟล์ Labels.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Anaconda Powershell Prompt (miniconda3)
(base) PS C:\Users\huahi> cd desktop/darkflow-master
(base) PS C:\Users\huahi\desktop\darkflow-master> python flow --model cfg/tiny-yolo-voc-3c.cfg --load bin/tiny-yolo-voc-
weight --train --annotation annotations --dataset images --epoch 600
```

รูปที่ 3.17 การกำหนดค่า Epoch ในโปรแกรม Anaconda Powershell Prompt

```
cfg/tiny-yolo-voc-3c.cfg parsing test/training/annotations
Parsing for ['Bottle', 'Can', 'Plastic', 'Foam box']
[=====>]100% Plastic (99).xml
Statistics:
Bottle: 756
Can: 1044
Foam box: 1212
Plastic: 2597
Dataset size: 2481
Dataset of 2481 instance(s)
Training statistics:
Learning rate : 1e-05
Batch size : 16
Epoch number : 600
Backup every : 2000
```

รูปที่ 3.18 เริ่มสถานะเทรน

```
Anaconda Powershell Prompt
Checkpoint at step 91625
step 91626 - loss 1.8316662311553955 - moving ave loss 1.9631961581626813
step 91627 - loss 2.887181282043457 - moving ave loss 2.055594670550759
step 91628 - loss 1.599400281906128 - moving ave loss 2.009975231686296
step 91629 - loss 2.8767690658569336 - moving ave loss 2.09665461510336
step 91630 - loss 1.4225444793701172 - moving ave loss 2.0292436015300357
step 91631 - loss 2.012047290802002 - moving ave loss 2.0275239704572323
step 91632 - loss 1.7447831630706787 - moving ave loss 1.9992498897185769
step 91633 - loss 1.4039342403411865 - moving ave loss 1.9397183247808378
step 91634 - loss 1.2922343015670776 - moving ave loss 1.8749699224594618
step 91635 - loss 1.4058018922805786 - moving ave loss 1.8200531194415734
step 91636 - loss 1.6632728576660156 - moving ave loss 1.8115750932640178
step 91637 - loss 3.1133370399475098 - moving ave loss 1.941751287932367
step 91638 - loss 1.4212963581085205 - moving ave loss 1.8897057949499825
step 91639 - loss 2.7217674255371094 - moving ave loss 1.9729119580086951
step 91640 - loss 2.364414691925049 - moving ave loss 2.0120622314003307
step 91641 - loss 2.6296029090881348 - moving ave loss 2.073816299169111
step 91642 - loss 1.346245527267456 - moving ave loss 2.0010592219789456
step 91643 - loss 2.131124973297119 - moving ave loss 2.014065797110763
step 91644 - loss 1.1949832439422607 - moving ave loss 1.932157541793913
step 91645 - loss 1.021208643913269 - moving ave loss 1.8410626520058486
step 91646 - loss 2.9634850025177 - moving ave loss 1.9533048870570338
step 91647 - loss 2.2438747882843018 - moving ave loss 1.9823618771797606
step 91648 - loss 1.3827810287475586 - moving ave loss 1.9224037923365405
step 91649 - loss 1.5551319122314453 - moving ave loss 1.8856766043260311
step 91650 - loss 2.1114048957824707 - moving ave loss 1.9082494334716753
Finish 650 epoch(es)
Checkpoint at step 91650
Training finished, exit.
(base) PS C:\Users\OREO\desktop\darkflow-master>
```

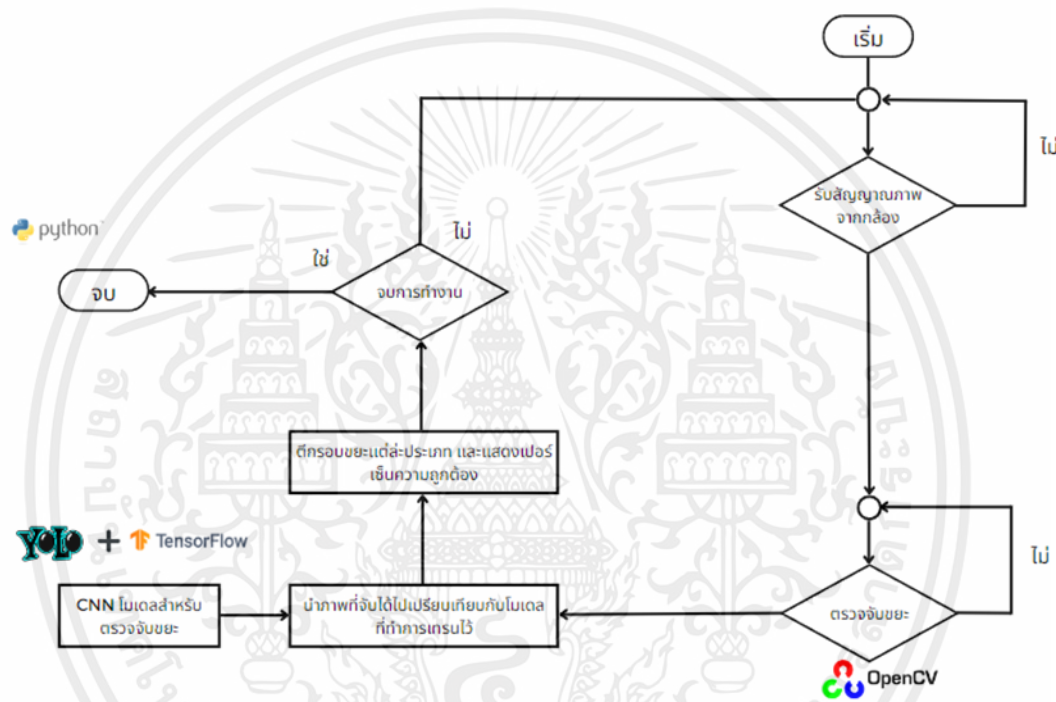
รูปที่ 3.19 สถานการณ์เทรนโมเดลที่มีการสูญเสีย

ขั้นตอนที่ 4

ไปที่โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วชี้ไปยังไดเรกทอรีที่โฟลเดอร์ Darkflow-Master อยู่แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.17 เพื่อเริ่มต้นทำการเทรนแบบจำลองสำหรับการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

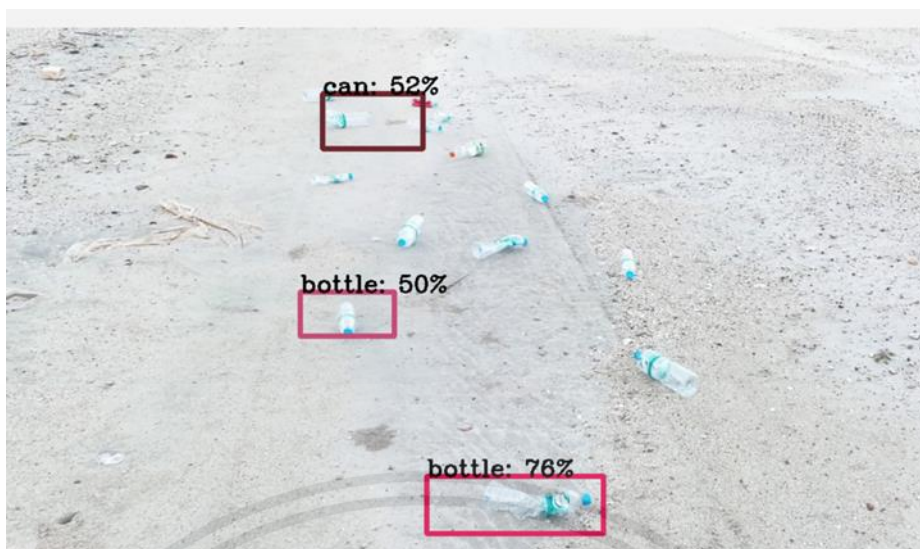
ตรวจจับขยะสำหรับค่า Epoch จะเป็นจำนวนครั้งในการป้อนชุดข้อมูลที่เตรียมไว้เข้าไปในกระบวนการ Deep Learning ซึ่งมีลักษณะเป็นโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันเรียงต่อกัน หากกำหนดให้ Epoch มีค่าน้อยจะทำให้มีความแม่นยำในการตรวจจับที่ต่ำแต่จะใช้เวลาสำหรับการเทรนแบบจำลองที่นานขึ้นในทางกลับกันหากกำหนดให้ Epoch มีค่ามากจะให้แบบจำลองมีความแม่นยำในการตรวจจับมากขึ้น แต่จะทำให้ใช้เวลาในการเทรนแบบจำลองนานขึ้น ซึ่งจะกำหนดค่าของ Epoch ให้เท่ากับ 600 จากนั้นเริ่มทำการเทรนโมเดล ดังรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19 ตามลำดับ

3.3 ระบบตรวจจับภาพขยะด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง



รูปที่ 3.20 โฟว์ชาร์ตการตรวจจับภาพขยะด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง

จากรูปที่ 3.20 เป็นโฟว์ชาร์ตการตรวจจับภาพขยะด้วยโมเดลแมชชีนเลินนิ่ง โดยการทำงานคือ เริ่มต้นรับสัญญาณภาพจากกล้อง จากนั้นค้นหาจุดภาพขวด กระจก กล้องโฟม และพลาสติกเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับโมเดลแบบจำลองแมชชีนเลินนิ่งที่พร้อมใช้งานซึ่งโมเดลแบบจำลองจะใช้ อัลกอริทึม โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (CNN Algorithm) มาคัดแยกภาพและทำการตีกรอบ สี่เหลี่ยมล้อมรอบขยะ พร้อมทั้งบอกร้อยละความแม่นยำและประเภทของขยะ ซึ่งจะมี 4 ประเภท คือ ขวด กระจก กล้องโฟม และพลาสติก ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการแสดงผลการตรวจจับขยะบนชายหาด



รูปที่ 3.22 โปรแกรม Pycharm

ขั้นตอนที่ 1

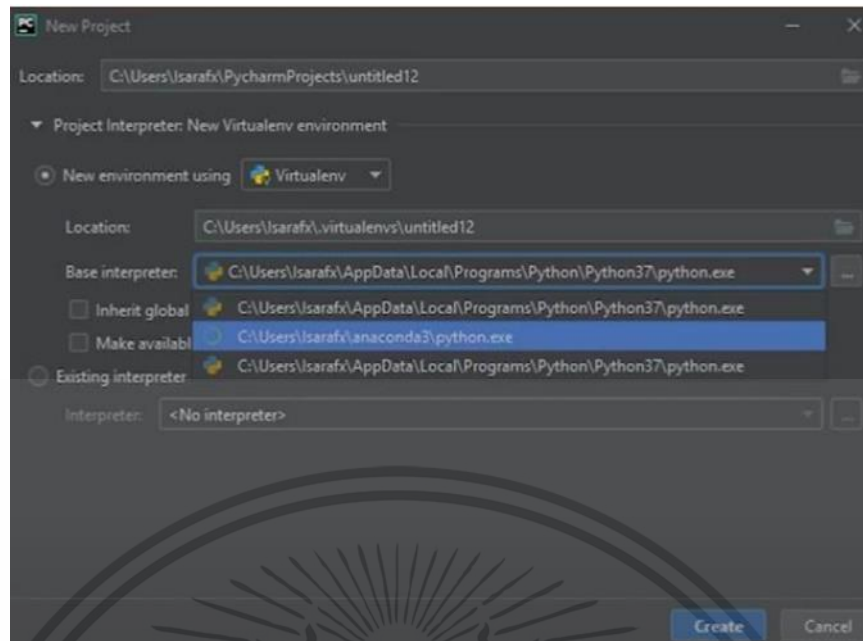
เปิดการใช้งานโปรแกรม Pycharm สำหรับเขียนโค้ดเพื่อทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดัง

รูปที่ 3.22

ขั้นตอนที่ 2

กำหนดให้โปรแกรมทำการเขียนโค้ดโดยใช้ภาษา Python 3.7.9 ที่ได้ทำการติดตั้งไว้
ก่อนหน้า ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 การสร้าง New Project สำหรับบอกรูปแบบแอปพลิเคชัน

```
import cv2
from darkflow.net.build import TFNet
import numpy as np
import time

options = {
    'model': 'cfg/tiny-yolo-voc-30.cfg',
    'load': 91650,
    'threshold': 0.5,
    'gpu': 0.8
}

tfnet = TFNet(options)
color = (0, 255, 0) # Use the same color for all bounding boxes
capture = cv2.VideoCapture('foam 2.mp4')
count = 0
foam_count = 0
can_count = 0
bottle_count = 0
plastic_count = 0
while True:
    stime = time.time()
    ret, frame = capture.read()
    count += 1
    if count % 1 != 0:
        continue
    if ret:
        results = tfnet.return_predict(frame)
        foam_count = 0 # Reset the foam count for each frame
        can_count = 0
        bottle_count = 0
        plastic_count = 0
        y_offset = 60 # Initial y-offset for object count display
        for result in results:
            tl = (result['topleft']['x'], result['topleft']['y'])
            br = (result['bottomright']['x'], result['bottomright']['y'])
            label = result['label']
            confidence = result['confidence']
            if label == 'Foam box':
                foam_count += 1
            if label == 'Can':
```

รูปที่ 3.24 โค้ดที่ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3

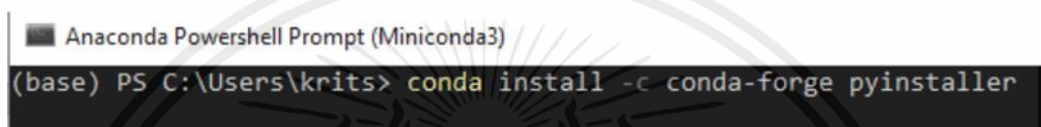
ทำการเขียนโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ในแบบจำลองโค้ดคำสั่ง ดังรูปที่ 3.24

ขั้นตอนที่ 4

ทำการตั้งชื่อและทำการบันทึกไฟล์เข้าไปภายในโฟลเดอร์ Darkflowmaster และใช้ ชื่อว่า Garbage_Detection.py

ขั้นตอนที่ 5

ทำการติดตั้งไลบรารี Pyinstaller เพื่อใช้สำหรับแปลงจากโปรแกรมที่พัฒนา กลายเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานบนคอมพิวเตอร์ได้โดยไปที่โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt แล้วใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.24



```
Anaconda Powershell Prompt (Miniconda3)
(base) PS C:\Users\krits> conda install -c conda-forge pyinstaller
```

รูปที่ 3.25 คำสั่งที่ใช้ในการติดตั้งไลบรารี Pyinstaller

ขั้นตอนที่ 6

ไปยังที่อยู่ของไฟล์ Garbage_Detection.py ที่อยู่ภายในโฟลเดอร์Darkflow-Master จากนั้นใช้คำสั่งดังรูปที่ 3.26 สำหรับการแปลงไฟล์ของโปรแกรมเป็นแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้ บนคอมพิวเตอร์



```
Anaconda Powershell Prompt (miniconda3)
(base) PS C:\Users\huahi> cd desktop/darkflow-master
(base) PS C:\Users\huahi\desktop\darkflow-master> pyinstaller Garbage_Detection.py
```

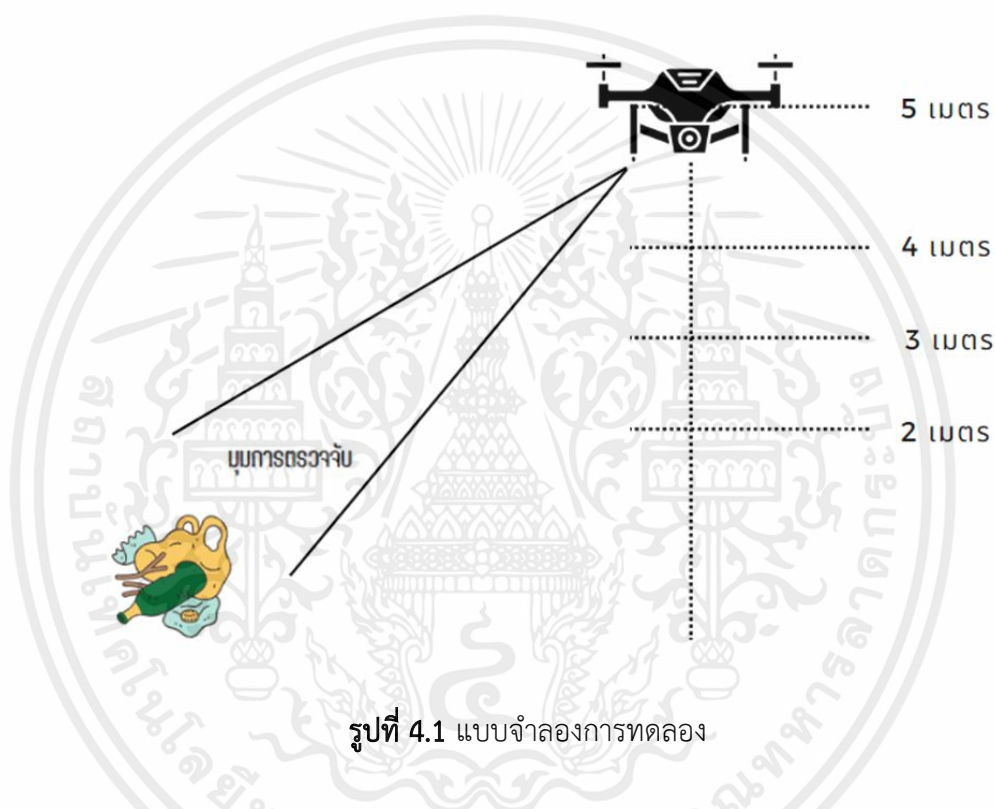
รูปที่ 3.26 คำสั่งที่ใช้สำหรับการแปลงโปรแกรมให้กลายเป็นแอปพลิเคชัน

บทที่ 4

ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

ในการทดลองได้ทำการจำลองขยะไว้บริเวณชายหาด โดยจะกำหนดความสูงอากาศยานไร้คนขับ มีระยะห่างในการตรวจจับภาพขยะ ที่ 5 ระดับ 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบจำลองการทดลอง

4.1.1 การเตรียมทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1. อากาศยานไร้คนขับรุ่น DJI Matrice 200
2. สมาร์ทโฟน
3. ขวด กระป๋อง กล่องโฟม พลาสติกสำหรับจำลอง



รูปที่ 4.2 อากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งอุปกรณ์พร้อมสำหรับการทดลอง

จากรูปที่ 4.2 อากาศยานไร้คนขับได้ติดตั้งอุปกรณ์ที่พร้อมสำหรับใช้ทำการทดลอง โดยจะติดตั้งสมาร์ทโฟนให้อุปกรณ์ของอากาศยานไร้คนขับ รวมถึงใช้รีโมตเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศยานไร้คนขับ



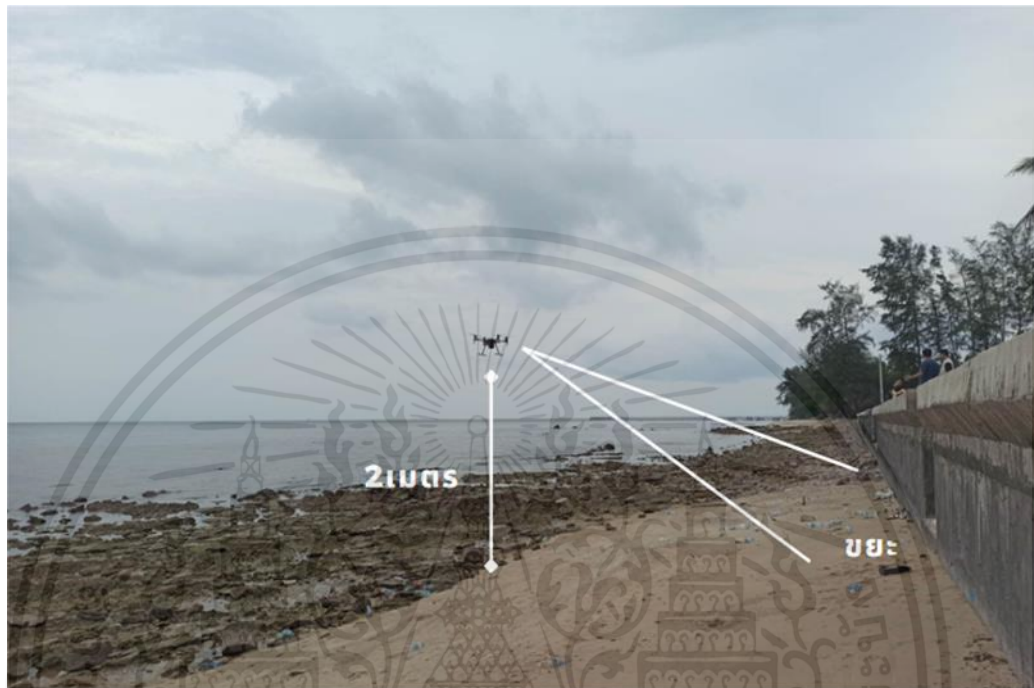
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างขยะแต่ละประเภทบริเวณชายหาด

จากรูปที่ 4.3 ตัวอย่างจำลองขยะบริเวณชายฝั่ง โดยการทดลองแบ่งเป็นขวด กระจ่าง โฟม และพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 กำหนดขอบเขตการทดลอง

รูปที่ 4.4 – 4.7 เป็นภาพแสดงการวัดระยะความสูงระหว่างอากาศยานไร้คนขับและตำแหน่งของจุดขยະที่ความสูง 2 เมตร 3 เมตร และ 4 เมตร 5 เมตร ตามลำดับ สำหรับการบินสำรวจและการตรวจจับภาพขยະบนชายหาด



รูปที่ 4.4 การทดลองที่ระยะความสูง 2 เมตร



รูปที่ 4.5 การทดลองที่ระยะความสูง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การทดลองที่ระยะความสูง 4 เมตร



รูปที่ 4.7 การทดลองที่ระยะความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ผลตรวจจับขยะประเภทขวด

ในรูปที่ 4.8 - 4.11 เป็นผลการทดลองการตรวจจับขยะประเภทขวด ในระยะความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.8 ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 2 เมตร



รูปที่ 4.9 ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 4 เมตร

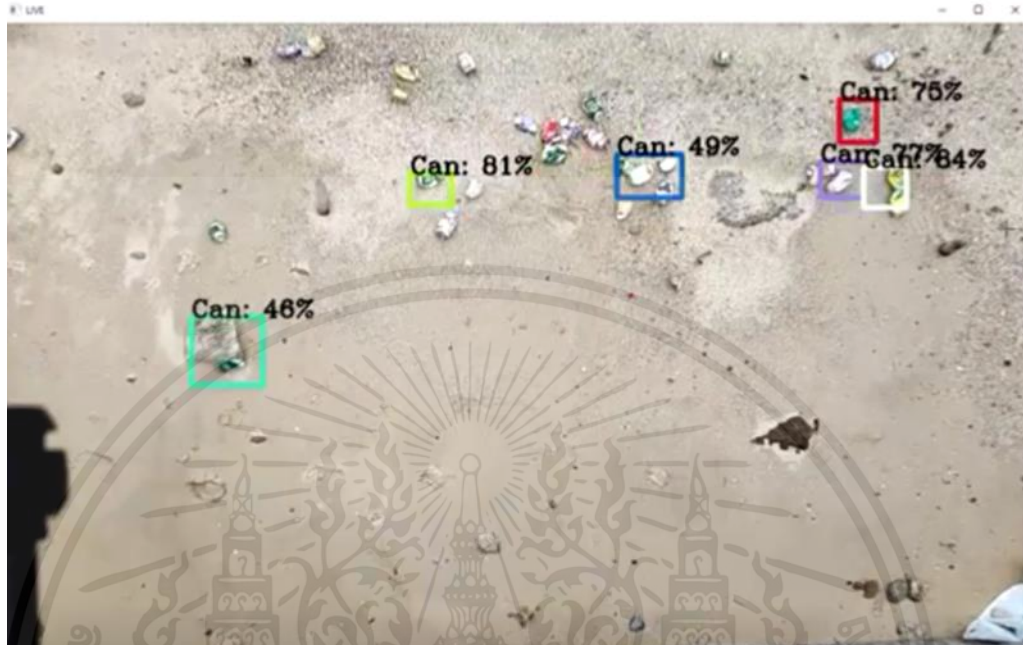


รูปที่ 4.11 ผลการทดลองตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 5 เมตร

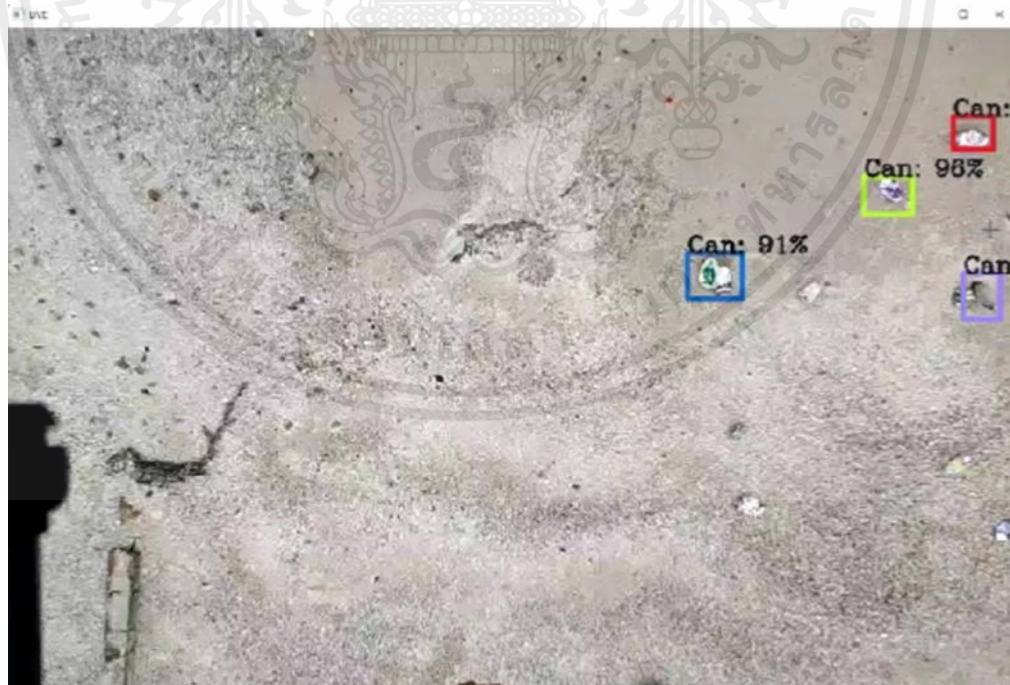
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลตรวจจับขยะประเภทกระป๋อง

ในรูปที่ 4.12 - 4.15 เป็นผลการทดลองการตรวจจับขยะประเภทกระป๋อง ในระยะ ความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ

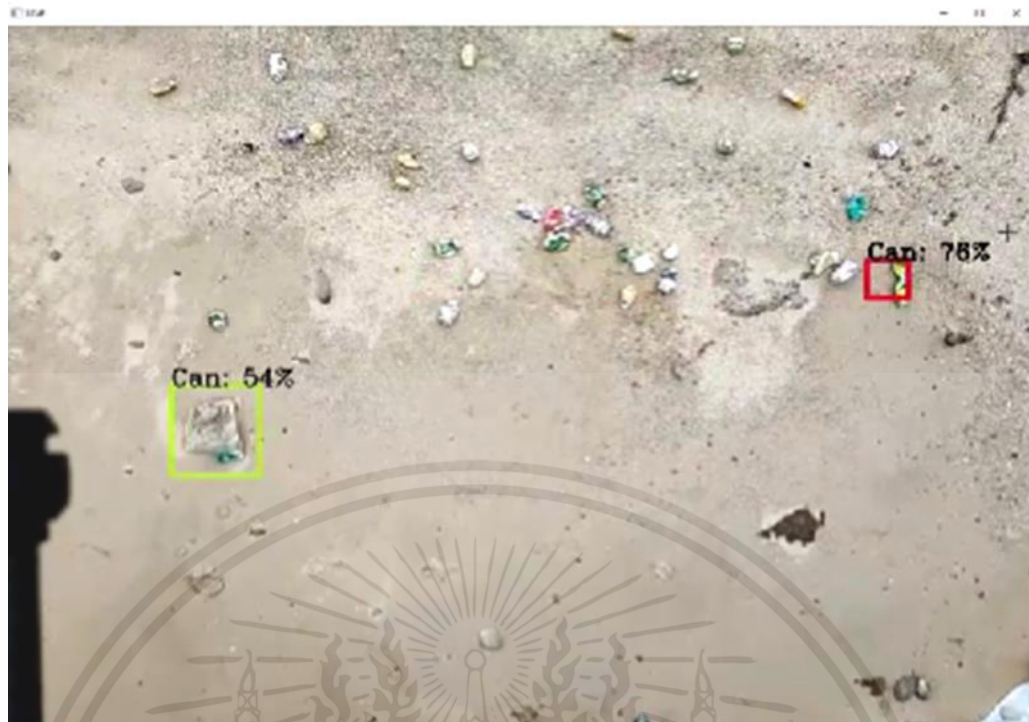


รูปที่ 4.12 ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 2 เมตร



รูปที่ 4.13 ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 4 เมตร



รูปที่ 4.15 ผลการทดลองตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลตรวจจับขยะประเภทกล่องโฟม

ในรูปที่ 4.16 - 4.19 เป็นผลการทดลองการตรวจจับขยะประเภทกล่องโฟม ในระยะ ความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4.16 ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 2 เมตร

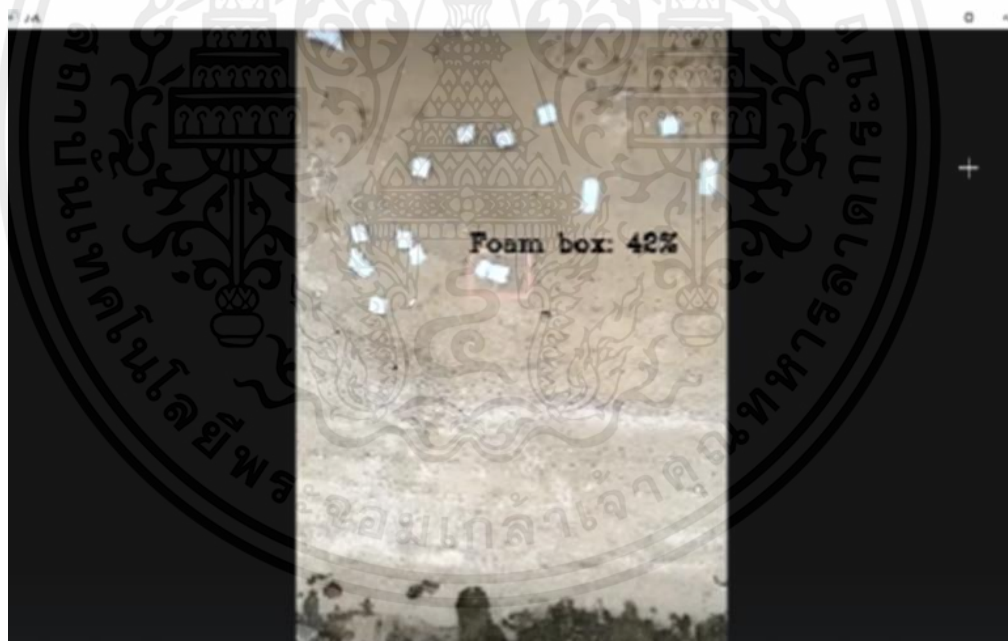


รูปที่ 4.17 ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 4 เมตร

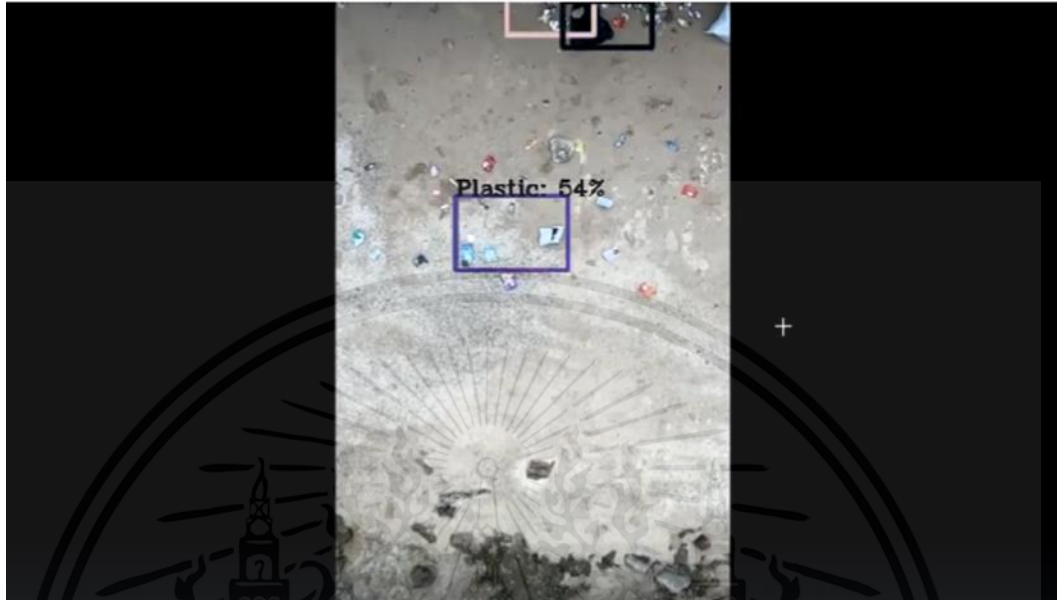


รูปที่ 4.19 ผลการทดลองตรวจจับภาพกล่องโฟมที่ความสูง 5 เมตร

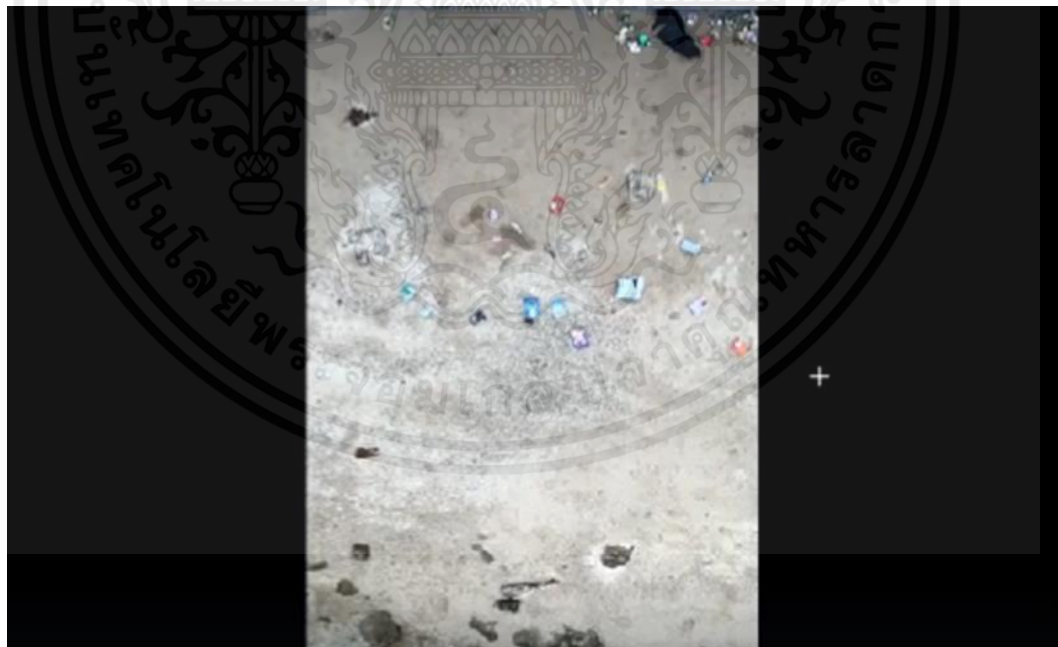
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ผลตรวจจับขยะประเภทพลาสติก

ในรูปที่ 4.20 – 4.23 เป็นผลการทดลองการตรวจจับขยะประเภทพลาสติก ในระยะ ความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร

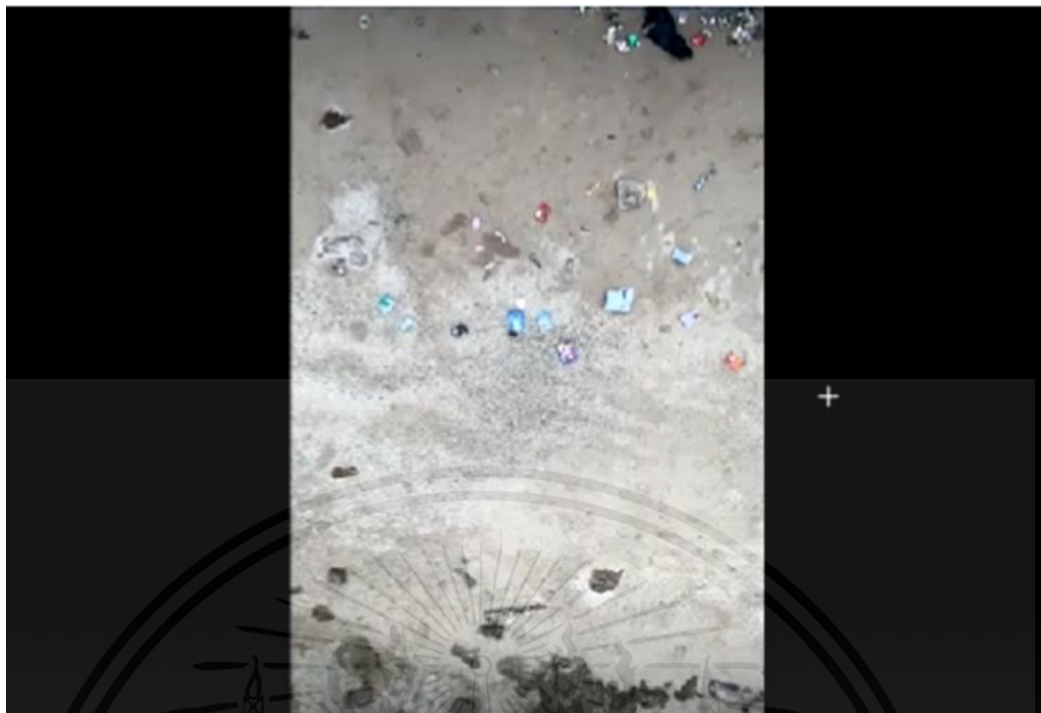


รูปที่ 4.20 ผลการทดลองตรวจจับภาพพลาสติกที่ความสูง 2 เมตร

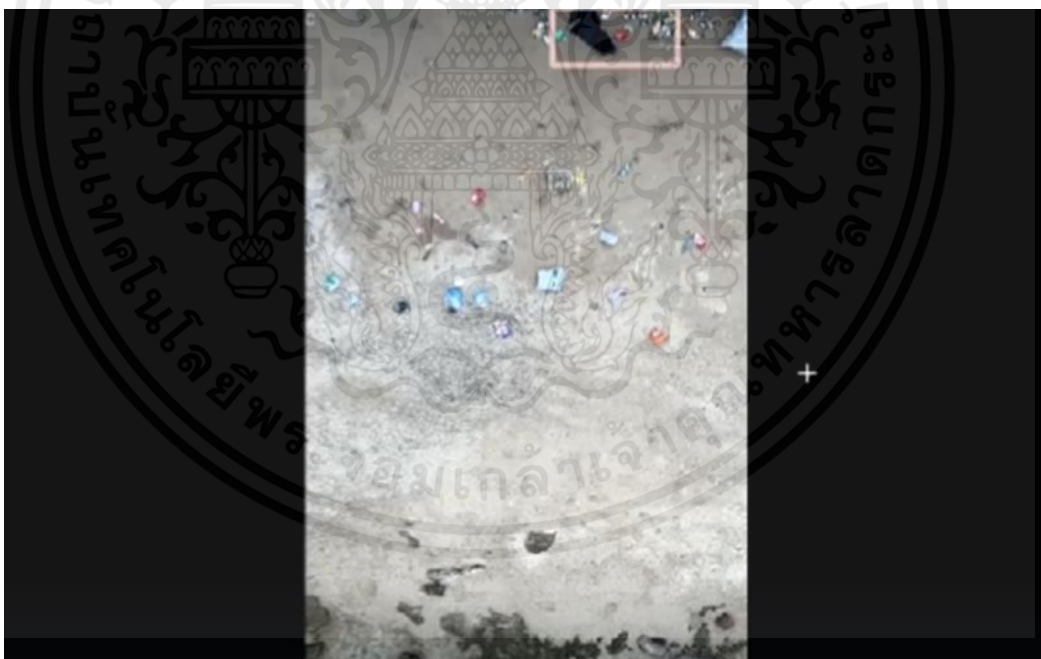


รูปที่ 4.21 ผลการทดลองตรวจจับภาพพลาสติกที่ความสูง 3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ผลการทดลองตรวจจับภาพพลาสติกที่ความสูง 4 เมตร

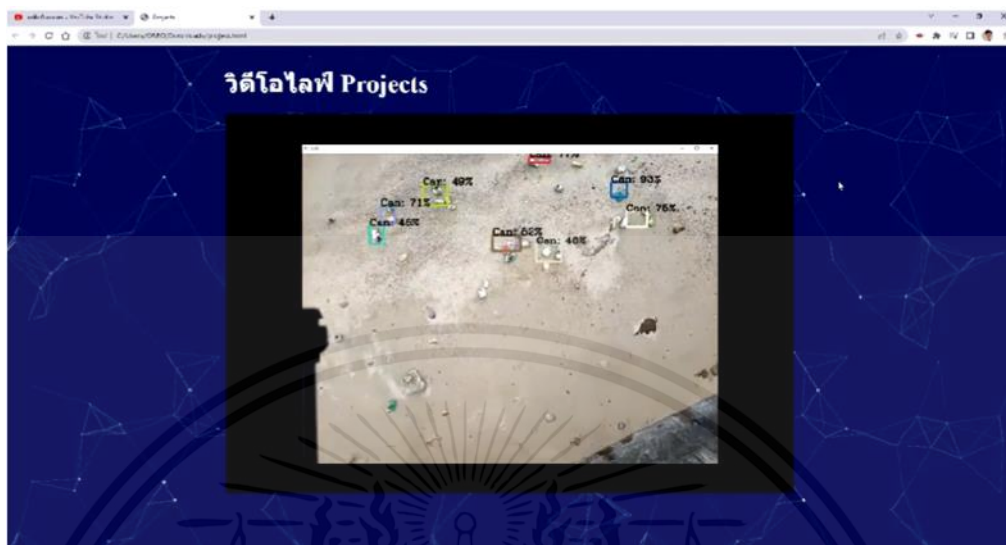


รูปที่ 4.23 ผลการทดลองตรวจจับภาพพลาสติกที่ความสูง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การแสดงผลการตรวจจับบนเดสท็อปแอปพลิเคชัน

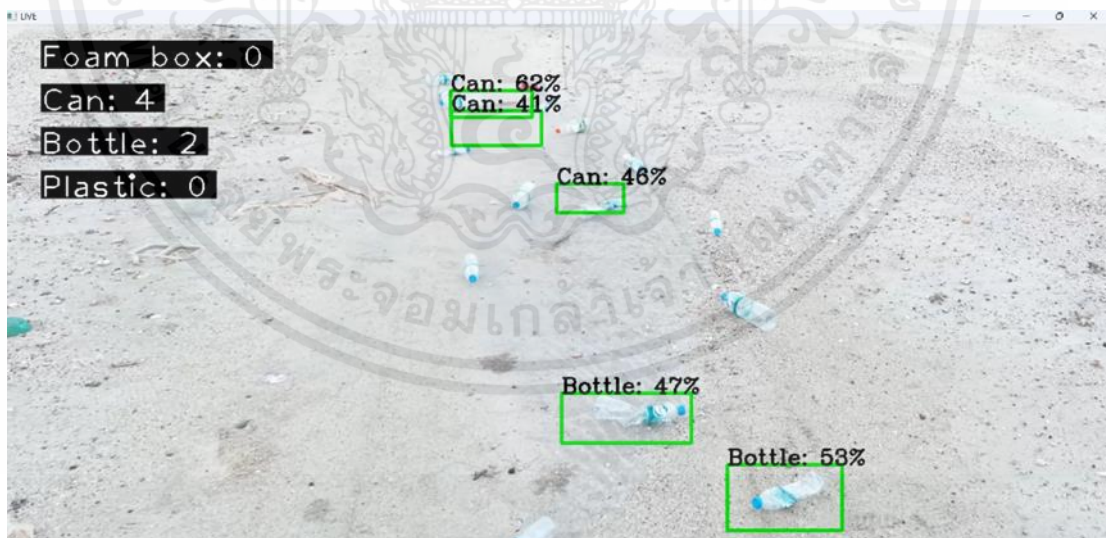
ในรูปที่ 4.24 เป็นการแสดงผลการตรวจจับขยะบนเดสท็อปแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.24 การแสดงผลบนเดสท็อปแอปพลิเคชัน

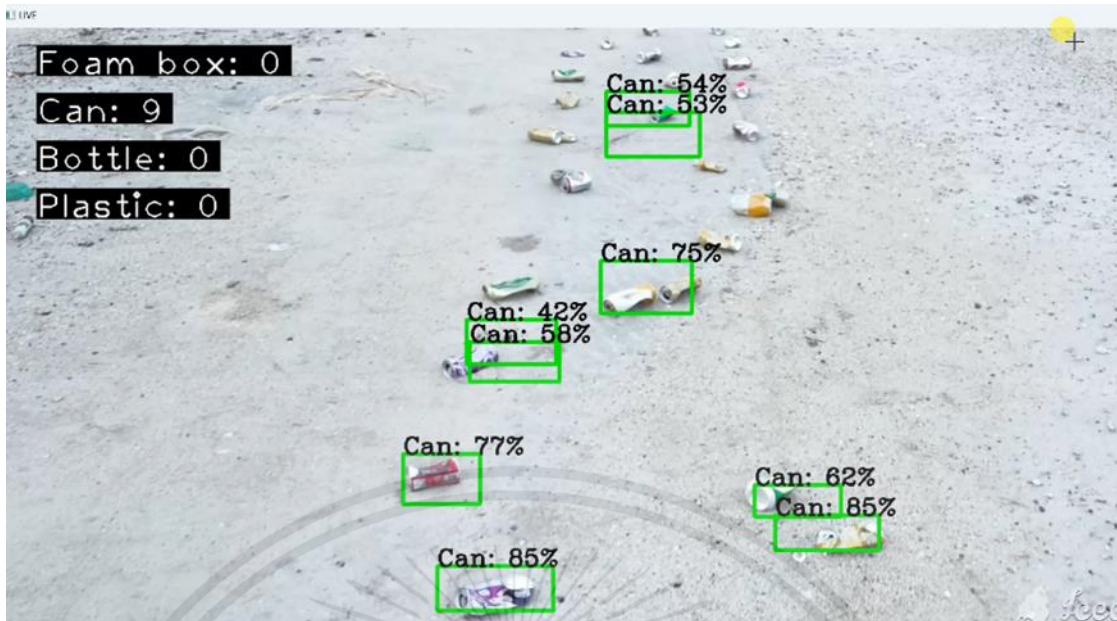
4.2.6 การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนขยะแต่ละประเภท

ในรูปที่ 4.25 – 4.28 เป็นการแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนขยะแต่ละประเภท

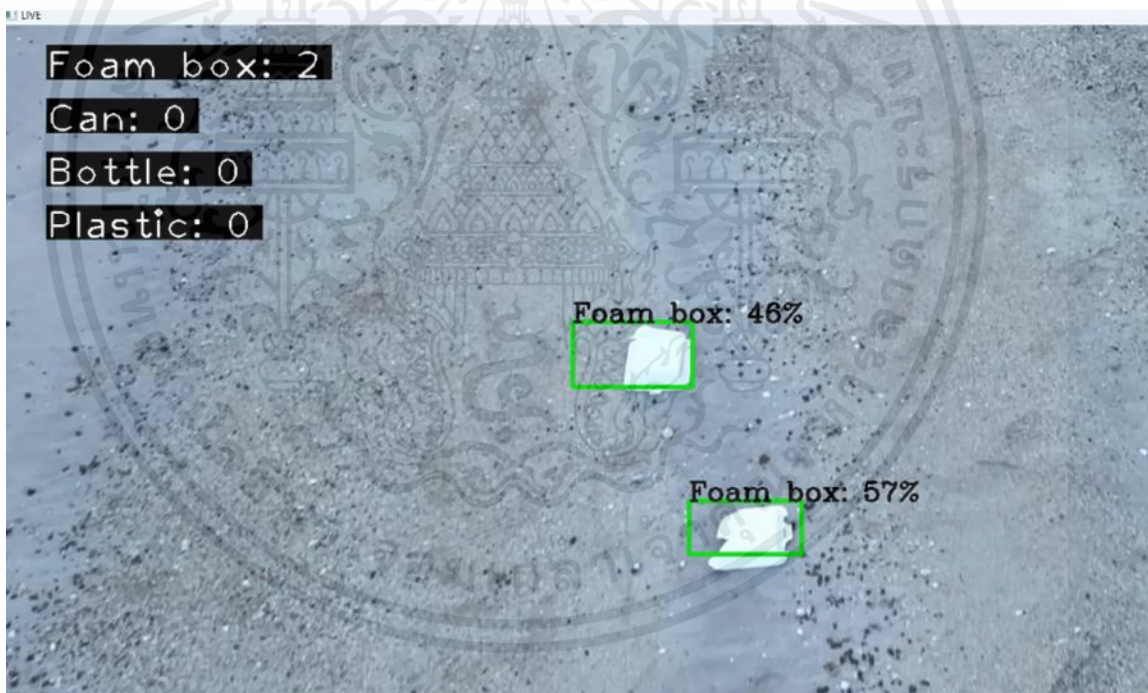


รูปที่ 4.25 การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

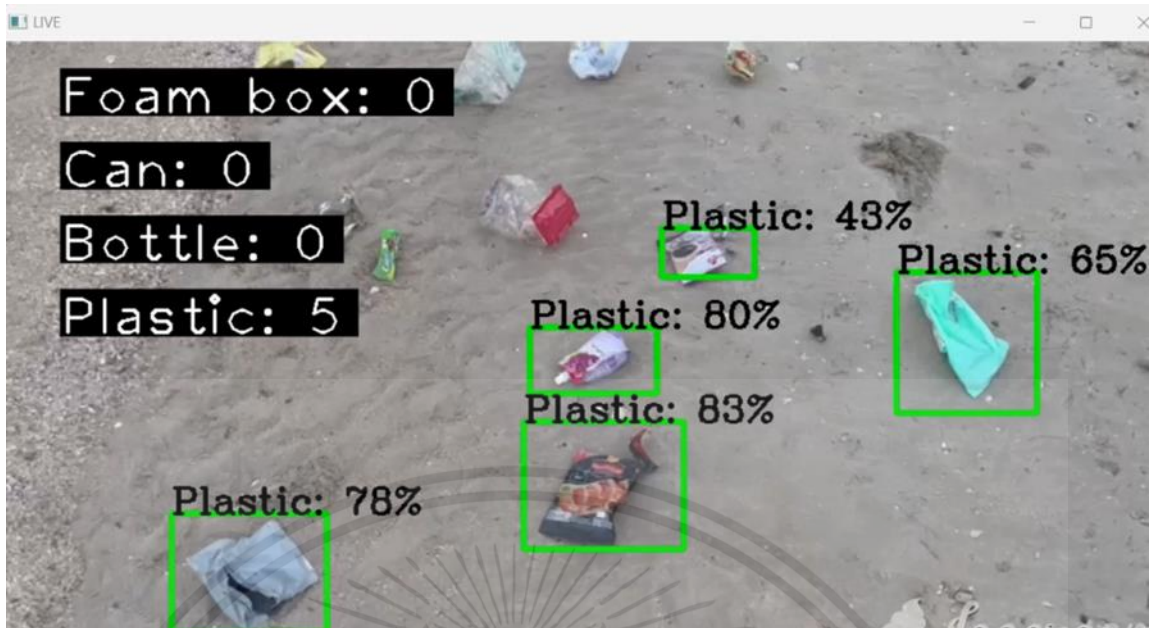


รูปที่ 4.26 การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนกระป๋อง



รูปที่ 4.27 การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 การแสดงผลการตรวจจับและแสดงการนับจำนวนพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน ข้อเสนอแนะ และ แนวทางการพัฒนาต่อ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการนี้ได้ทำการจำลองขยะในช่วงเวลากลางวัน ณ ชายหาด สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 กรณี

1. การตรวจจับขยะประเภทขวด
2. การตรวจจับขยะประเภทกระป๋อง
3. การตรวจจับขยะประเภทกล่องโฟม
4. การตรวจจับขยะประเภทพลาสติก

โดยทำการพิจารณาระยะความสูงระหว่างอากาศยานไร้คนขับและขยะที่ 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร ตามลำดับ จะเป็นความสูงที่เหมาะสมสำหรับการบินสำรวจ และการตรวจจับภาพขยะบนชายฝั่ง

ผลการทดลองสรุปได้ว่า

กรณีที่ 1 การตรวจจับภาพขวด จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพขวดที่ความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร โดยในระยะความสูง 2 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 61% ในระยะความสูง 3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 51% ในระยะความสูง 4 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 48% และในระยะความสูง 5 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 45%

กรณีที่ 2 การตรวจจับภาพกระป๋อง จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 2 เมตร 3 เมตร 4 เมตร และ 5 เมตร โดยในระยะความสูง 2 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 84% ในระยะความสูง 3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 81% ในระยะความสูง 4 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 77% และในระยะความสูง 5 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 70%

กรณีที่ 3 การตรวจจับภาพกล่องโฟม จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับสามารถตรวจจับภาพกระป๋องที่ความสูง 2 เมตร และ 10 เมตร โดยในระยะความสูง 2 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 48% ในระยะความสูง 3 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนลีนิงเฉลี่ยอยู่ที่ 46% ในระยะความสูง 4 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลนนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 44% และในระยะความสูง 5 เมตร มีเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลนนิ่งเฉลี่ยอยู่ที่ 42%

กรณีที่ 4 การตรวจจับภาพพลาสติก จะพบว่าอากาศยานไร้คนขับไม่สามารถตรวจจับภาพพลาสติกได้

ตารางที่ 5.1 แสดงผลค่าเฉลี่ยการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลนนิ่งของผลการทดลองที่ระยะความสูง 2 เมตร ถึง 10 เมตร

ความสูง	เปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของโมเดลแมชชีนเลนนิ่ง (%)			
	ขวด	กระป๋อง	กล่องโฟม	พลาสติก
ความสูง 2 เมตร	61	84	48	57
ความสูง 3 เมตร	51	81	46	54
ความสูง 4 เมตร	48	77	44	50
ความสูง 5 เมตร	45	70	42	49
ค่าความผิดพลาด	100-51=49	100-78=22	100-31=55	100-70=30

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

จากเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของความแม่นยำในการตรวจจับภาพขยะบริเวณชายหาด ทุกๆ กรณียังคงมีสาเหตุมาจาก

1. มุมของภาพที่นำมาฝึกฝนของชุดข้อมูลยังไม่มากเพียงพอ ดังนั้น จำเป็นจะต้องนำผลการทดลองไปเก็บภาพของชุดข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของความแม่นยำลงไปได้
2. คุณภาพของกล้องอาจมีการลดทอนความละเอียดลง จากสภาวะแวดล้อมจริงและระดับกำลังงานของสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่นำมาใช้รับ-ส่งข้อมูลการทำสตรีมมิ่ง
3. การจำลองขยะอาจพิสูจน์ผลการทดลองของโมเดลแมชชีนเลนนิ่งและการตรวจจับภาพขยะด้วยอากาศยานไร้คนขับได้จริง แต่อย่างไรก็ตามในพื้นที่ชายหาดจริง หรือขยะที่มีจำนวนหลายประเภทที่อยู่ในรูปแบบต่างๆ อาจส่งผลให้ความถูกต้องในการตรวจจับลดความแม่นยำลงไปได้ ดังนั้น ก็จะต้องนำภาพขยะประเภทต่างๆ มาทำการฝึกฝนใหม่ให้โมเดลสามารถเรียนรู้ได้ใหม่

5.3 ข้อเสนอแนะ

แอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการตรวจจับขยะสามารถนำมา ใช้งานร่วมกับอากาศยานไร้คนขับที่ติดตั้งกล้องมุมได้เฉพาะคอมพิวเตอร์เครื่องเดียว อย่างไรก็ตาม การพัฒนาต่อยอดในอนาคตอาจจะทำให้เชื่อมต่อผ่านโทรศัพท์มือถือได้พร้อมระบุบอกพิกัดตำแหน่ง ของขยะและระบุขนาดพื้นที่ที่มีขยะได้ ซึ่งจะเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของ แอปพลิเคชันในอนาคตได้

บรรณานุกรม

- [1] ปัญหาหลักของมลพิษทางทะเล, URL: <https://www.sdgmovement.com/2021/03/17/ocean-pollution-health-impacts/>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2566
- [2] อากาศยานไร้คนขับ [วารสารออนไลน์], UR:<https://bit.ly/2TiB8ZV>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
- [3] อากาศยานไร้คนขับของประเทศไทย [วารสารออนไลน์], UR: <https://bit.ly/360rsX2>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
- [4] ขยะในทะเล (Marine debris), URL: [http:// https://km.dmcr.go.th/c_260](http://https://km.dmcr.go.th/c_260), เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
- [5] การเรียนรู้จักรกลหรือแมชชีนเลิร์นนิง (Machine learning), URL: <https://bit.ly/3hlsQIX>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
- [6] การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised), URL:<https://bit.ly/3dpP1fQ>, เข้าถึงครั้งเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2566
- [7] การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised), URL: <https://bit.ly/3y1q3eA>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2566
- [8] อุตสาหกรรมแมชชีนเลิร์นนิงกำลังหยุดชะงัก | Disruption, Inc., URL: <https://bit.ly/3w49UDQ>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2566
- [9] ความแตกต่างระหว่าง Machine Learning และ Deep Learning, URL: [https:// bit.ly /3dsdy42](https://bit.ly/3dsdy42), เข้าถึงเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2566
- [10] การมองวัตถุของมนุษย์, URL: <https://bit.ly/3x3onRX>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 6 มิถุนายน 2566
- [11] ลักษณะของ Filter, URL:<https://medium.com/@natthawatphongchit>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2566
- [12] การดาวน์โหลด Anaconda, URL: <https://bit.ly/3qylwwt>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 7 มิถุนายน 2566
- [13] โปรแกรม Anaconda Powershell Prompt, URL: <https://bit.ly/2TkwJWz>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [14] โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน, URL:<https://bit.ly/3waBSxW>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [15] สถาปัตยกรรมของ YOLO-V2, URL: <https://bit.ly/3dsrYB1>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [16] ลักษณะโปรแกรม labelImg, URL: <https://bit.ly/3x3ITBG>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [17] ลักษณะโปรแกรม Pycharm, URL:<https://bit.ly/3dq9gtE>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [18] Python, URL:<https://www.aosoft.co.th/article/3222/Python>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [19] Open CV, URL:<https://bit.ly/3x6kF9R>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [20] การ TRAINING โดย โปรแกรม Tensor Flow และอัลกอริทึม YOLO V3, URL: <https://www.tensorflow.org> URL: <https://appsilon.com/objectdetection-yolo-algorithm>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 มิถุนายน 2566
- [21] Labellmg, URL:<https://bit.ly/3AkRtOG>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [22] Pycharm, URL:<https://bit.ly/2Uprijn>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน 2566
- [23] Pyinstaller, URL:<https://bit.ly/3gN6P6E>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2566
- [24] OBS-Studio, URL:<https://cdt.wu.ac.th/?p=12714&lang=th>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2566
- [25] อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200, URL: <https://bit.ly/3h4aZXQ>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2566
- [26] แบตเตอรี่ LiPo ขนาด 12 โวลต์, URL: <https://bit.ly/2UbPqf4>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2566
- [27] โมดูลไร้สายส่งข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz, URL: <https://bit.ly/3Al8Qir>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2566
- [28] โมดูลไร้สายรับข้อมูลย่านความถี่ 5.8 GHz, URL: <https://bit.ly/3xXGJnk>, เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 มิถุนายน 2566



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
ชุดข้อมูล Dataset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ชุดข้อมูลกลุ่มขวดสำหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

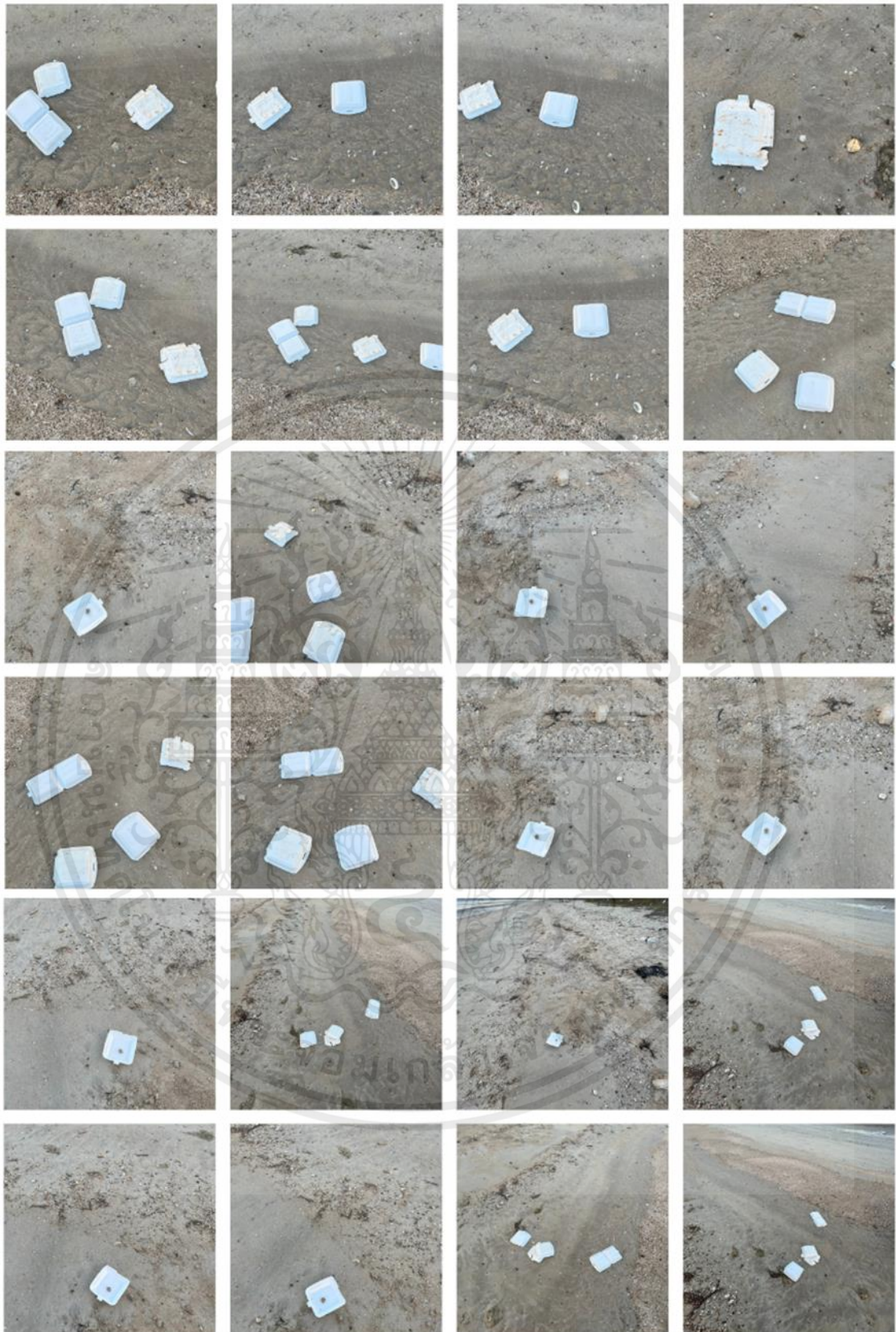


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ชุดข้อมูลกลุ่มกระป๋องสำหรับใช้เทรนการทำงาน

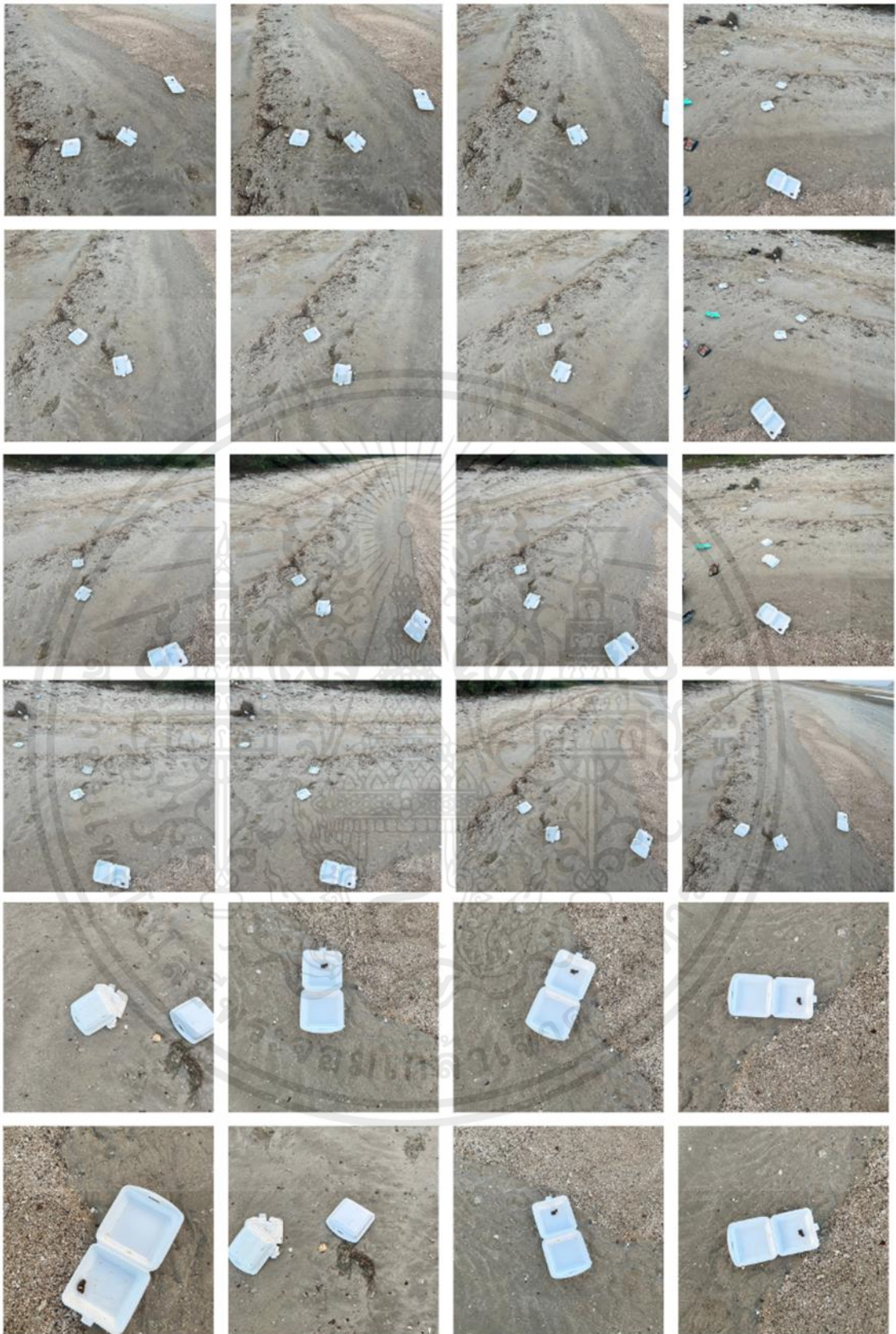
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ชุดข้อมูลกลุ่มกล่องโฟมหรับใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.4 ชุดข้อมูลกลุ่มพลาสติกหรีบใช้เทรนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานอุปกรณ์และรายละเอียดต่างๆ ของเครื่องและตำแหน่งต่างๆ บนอากาศยานไร้คนขับ ดังรูปที่ข.1

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์

1. อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200
2. สมาร์ทโฟน



รูปที่ ข.1 อากาศยานไร้คนขับ รุ่น DJI Matrice 200

จากรูปที่ ข.1 คืออากาศยานไร้คนขับ ที่มีชื่อรุ่นว่า DJI Matrice 200 Series [26] เป็นโดรนที่สามารถกันละอองน้ำละอองฝุ่นได้ตามมาตรฐาน IP43 สามารถติดกล้องที่ตัวโดรนได้ 3 ตัวและตัวโดรนมีน้ำหนัก 2 กิโลกรัม บินได้นานถึง 34 นาที และระยะทางบินที่ไกลสุดที่ 7 กิโลเมตร



รูปที่ ข.2 สมาร์ทโฟน

จากรูปที่ ข.2 คือ โทรศัพท์มือถือที่มีฟังก์ชันการใช้งานพื้นฐานเหมือนกับโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนคือ การโทรออก การรับสาย รวมไปถึงการส่งและรับข้อความผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์แต่ด้วยการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ทำให้โทรศัพท์มือถือมีความพิเศษมากขึ้นไปอีก จึงทำให้โทรศัพท์มือถือสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านเครือข่าย 3G, 4G และ 5G รวมไปถึงการรองรับสัญญาณอินเทอร์เน็ตแบบ Wifi จึงทำให้โทรศัพท์มือถือสามารถใช้งานเว็บไซต์ต่างๆ ได้คล้ายกับการใช้งานคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import cv2
from darkflow.net.build import TFNet
import time

options = {
    'model': 'cfg/tiny-yolo-voc-3c.cfg',
    'load': 55800,
    'threshold': 0.4
}

tfnet = TFNet(options)
color = (0, 255, 0) # Use the same color for all bounding boxes

capture = cv2.VideoCapture('704370402.977586.mp4')
count = 0
foam_count = 0
can_count = 0
bottle_count = 0
plastic_count = 0

while True:
    stime = time.time()
    ret, frame = capture.read()
    count += 1
    if count % 1 != 0:
        continue

```

```

if ret:
    results = tfnet.return_predict(frame)
    foam_count = 0 # Reset the foam count for each frame
    can_count = 0
    bottle_count = 0
    plastic_count = 0
    y_offset = 60 # Initial y-offset for object count display

    for result in results:
        tl = (result['topleft']['x'], result['topleft']['y'])
        br = (result['bottomright']['x'], result['bottomright']['y'])
        label = result['label']
        confidence = result['confidence']

        if label == 'Foam box':
            foam_count += 1

        if label == 'Can':
            can_count += 1

        if label == 'Bottle':
            bottle_count += 1

        if label == 'Plastic':
            plastic_count += 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

frame = cv2.rectangle(frame, tl, br, color, 3)
text = '{}: {:.0f}%'.format(label, confidence * 100)
frame = cv2.putText(
    frame, text, tl, cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX, 1, (0, 0, 0), 2)

text_size = 3
text_color = (255, 255, 255) # Text color for object counts
text_bg_color = (0, 0, 0) # Background color for object counts
text_bg_thickness = 2 # Thickness of the background rectangle
for label, count_value in [('Foam box', foam_count), ('Can', can_count),
    ('Bottle', bottle_count), ('Plastic', plastic_count)]:
    text = '{}: {}'.format(label, count_value)
    text_bg_size, _ = cv2.getTextSize(text, cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN, text_size, text_bg_thickness)
    frame = cv2.rectangle(frame, (50, y_offset - text_bg_size[1] - 10),
        (50 + text_bg_size[0] + 10, y_offset), text_bg_color, -1)
    frame = cv2.putText(
        frame, text, (50, y_offset), cv2.FONT_HERSHEY_PLAIN, text_size, text_color, text_bg_thickness)
    y_offset += 60

cv2.imshow('LIVE', frame)
print("Foam box count:")
print("Can count:", can_count)
print("Bottle count:", bottle_count)
print("Plastic count:", plastic_count)

if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
    break
capture.release()
cv2.destroyAllWindows()

```

รูปที่ ค.1 ชุดโค้ดที่ใช้ร่วมกับโมเดลสำหรับการตรวจจับขยะและนับจำนวน
แหล่งสืบค้น (https://drive.google.com/drive/folders/1Qp-jxqep0laPCdDAP9u3zzi7_jGwYt8o?usp=sharing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นาย ชินวัตร อนุรักษอุดม
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2544
 ภูมิลำเนา จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
 ที่อยู่ 183 ม.6 ต.ศาลาลัย อ.สามร้อยยอด
 จ.ประจวบคีรีขันธ์
 E-mail 62201172@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา
 อิเล็กทรอนิกส์
 ปีการศึกษา 2561 จากวิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล



ชื่อ-นามสกุล นาย ตัลฮา ยะรังวงษ์
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 22 มีนาคม พ.ศ. 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์
 ที่อยู่ 1 ม.4 ต.ไร่เก่า อ.สามร้อยยอด
 จ.ประจวบคีรีขันธ์
 E-mail 62201178@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชา
 อิเล็กทรอนิกส์
 ปีการศึกษา 2561 จากวิทยาลัยการอาชีพวังไกลกังวล



ชื่อ-นามสกุล นาย พีรณัฐ โกลิยานนท์
 วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 7 มกราคม พ.ศ. 2543
 ภูมิลำเนา จังหวัด ภูเก็ต
 ที่อยู่ 61/162 ม. 1 ต. วิจิต อ. เมือง
 จ. ภูเก็ต 83000
 E-mail 62201184@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

- ระดับมัธยมศึกษา สายวิทย์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเฉลิมพระ
 เกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ภูเก็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้