หุ่นยนต์เอไอจับน่องไก่

AI&Robot Poultry Predator

ธนกร หนองหารพิทักษ์

ธนกฤต เจนธนุรเวท

หลักสูตรวิศวกรรมการวัดและการควบคุม

ภาควิชาแมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชาแมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง หุ่นยนต์เอไอจับน่องไก่

AI&Robot Poultry Predator

ผู้จัดทำ ธนกร หนองหารพิทักษ์ 63010391

นายธนกฤต เจนธนุรเวท 63010393

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผศ.เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโปรเจค	หุ่นยนต์เอไอจับน่องไก่
นักศึกษา	นายธนกร หนองหารพิทักษ์
	นายธนกฤต เจนธนุรเวท
ภาควิชา	แมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.เทพจิตร์ เชยโภคา
ปีการศึกษา 2566	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอเกี่ยวกับการออกแบบตัวแขนกลโดยมีต้นแบบมาจาก AR4 การออกแบบโครงสร้างต่างๆ ถูกออกแบบด้วยโปรแกรม SOLIDWORKS ในส่วนของการควบคุมแขนกลมีการนำระบบปฏิบัติการหุ่นยนต์หรือ ROS เข้ามาใช้ในการควบคุม ซึ่งเขียนโดยภาษา Python ในการเขียนโปรแกรมการทำงานของแขนกล อีกทั้งยังมีการติดตั้งกล้อง Xbox Kinect และใช้ AI ประยุกต์ใช้เทคนิคการรู้จำวัตถุ (Object Detection) ในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งวัตถุที่เรากำหนดให้ AI ตรวจจับก็คือสะโพกไก่ จุดมุ่งหมายของโครงงานนี้คือสามารถควบคุมแขนกลและใช้ในการหยิบวัตถุที่ AI ตรวจจับได้ โดยมีการสั่งการจากคอมพิวเตอร์ และสามารถควบคุมแขนกลให้สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบตามที่วางแผน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project title : AI&Robot Poultry Predator

Student name : Thanakorn Nonghanphitak

Thanakit Jenthanurawate

Department : Mechatronics and Automation

Faculty : School of Engineering

Mentor name : Asst. Prof. Thepjit Cheypoca

Year 2566

ABSTRACT

The thesis presents the design of a robotic arm modeled after the AR4. Various structural elements Designed with SOLIDWORKS program. As for controlling the robotic arm, Robot Operating System or ROS is used to control it using the Python language. In the robotic arm control system, there is an Xbox Kinect camera and AI with object detection which the object of AI is a chicken. The highlight of the project is a robotic arm and collection of AI-generated objects by commanding the computer. And the robotic arm as the main planning principles.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.เทพจิตร์ เชยโภคา เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำปรึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา ตลอดการทำวิจัย ทำให้ทางคณะผู้จัดทำสามารถทำวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงความเอาใจใส่ดูแล และมีการสอบถามถึงความคืบหน้าของงานวิจัยอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ผู้จัดทำสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบและใช้เวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาทุกท่านที่ให้ความรู้ทั้งทางทฤษฎี และปฏิบัติที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณแขนงแมคคาทรอนิกส์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย จนผู้จัดทำสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้น

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือ คอยถามความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอด และเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดจนทำให้โครงงานนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นายธนกร หนองหารพิทักษ์

นายธนกฤต เจนธนุรเวท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ข
ABSTRACT	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แขนกล	4
2.2 ROS (Robot Operating System)	4
2.3 Library ที่ใช้ภายใน ROS	6
2.4 ไมโทรคอนโทรลเลอร์	7
2.5 การรู้จำวัตถุ (Object Detection)	10
2.6 โปรโตคอล SPI (Serial Peripheral Interface)	11
2.7 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	12
2.8 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์	13
2.9 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้อง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	
3.1 กำหนดหัวข้อและขอบเขตการจัดทำโครงงาน	18
3.2 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น	18
3.3 ศึกษาการทำงานของแขนกลจากต้นแบบที่เรานำมาใช้	19
3.4 ออกแบบแขนกลขึ้นมาใหม่โดยอ้างอิงต้นแบบจากแขนกล AR4	19
3.5 เก็บ Dataset รูปภาพสำหรับการเทรน Image Detection	20
3.6 เขียนโปรแกรมการทำงานของแขนกล	20
3.7 ทดสอบการทำงานของแขนกลที่ออกแบบและตรวจสอบอีกครั้ง	27
3.8 จัดซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ	27
3.9 ประกอบแขน	38
3.10 ทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาด	40
3.11 สรุปผลและจัดทำรายงาน	40
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	
4.1 ผลการจัดทำแขนกล	41
4.2 ผลการเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล	43
4.3 ผลการเขียนบอร์ด STM32 และ ESP32	45
4.4 ผลการเขียนโปรแกรม Image Detection	46
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	47
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ	48
5.3 แนวทางการแก้ไข	49
5.4 ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารอ้างอิง	50
ประวัติผู้วิจัย	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางรายการสั่งซื้อน็อต	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพที่	หน้า
1.1 แบบจำลองแขนกล	1
2.1 โมเดลแขนกล AR4	4
2.2 LOGO ของ ROS 1 noetic	5
2.3 การส่ง message จาก publisher node ไปยัง subscriber node	5
2.4 โลโก้ของ Moveit	6
2.5 โลโก้ของ Rviz	6
2.6 การส่งข้อมูลของ rosserial	7
2.7 บอร์ด STM32F103C8T6	8
2.8 บอร์ด ESP32	9
2.9 Image Detection โดย YOLO	10
2.10 การทำงานของ SPI	11
2.11 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	12
2.12 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์	13
2.13 โปรแกรม SOLIDWORKS 2022	14
2.14 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม SOLIDWORKS 2022	15
2.15 โปรแกรม Visual Studio Code	15
2.16 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Visual Studio Code	16
2.17 โปรแกรม Visual Studio 2022	17
2.18 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Visual Studio 2022	17
2.19 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE	18
2.20 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE	18
3.1 ตัวอย่างการออกแบบแขนกลโดยโปรแกรม SOLIDWORKS	20
3.2 ตัวอย่างน่องไก่ปริ้น 3 มิติ	21
3.3 ตัวอย่างไฟล์ URDF	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่ **หน้า**

3.4 Workflow ของโปรแกรม 22

3.5 หน้าต่างโปรแกรม Moveit Setup Assistant ที่โหลดไฟล์ URDF เข้ามาแล้ว 23

3.6 ตัวอย่างไฟล์ SRDF 23

3.7 ตัวอย่างโปรแกรม interface ในการควบคุมแขนกลโดย Moveit 23

3.8 ตัวอย่างโปรแกรมในบอร์ด STM32 24

3.9 ตัวอย่างโปรแกรมในบอร์ด ESP32 25

3.10 ตัวอย่างโปรแกรม Image Detection 26

3.11 หน้าต่างโปรแกรม Rviz ที่จำลองและแสดงโมเดลแขนกลแบบ 3 มิติ 27

3.12 32009 (45x75x20mm) taper roller bearing 28

3.13 30206 (30x62x17.25mm) taper roller bearing 28

3.14 30204 (20x47x15.25mm) taper roller bearing 28

3.15 AXK3552/AS3552 (35x52x4mm) thrust bearing with washers 29

3.16 NTA1625 (1.00x1.5625x0.0781 inch) thrust bearing 29

3.17 TRA1625 (1.000x1.5625x0.0312 inch) thrust washers 29

3.18 TRD1625 (1.000x1.5625x0.125 inch) thrust washers 29

3.19 B1616 (1x1-1/4x1 inch) needle roller bearing 30

3.20 HK1612 (16x22x12mm) needle roller bearing 30

3.21 LM3UU 3mm. linear rod bearing 30

3.22 688Z (8x16x5mm) groove ball bearing 30

3.23 30203 (17x40x13.25mm) taper roller bearing 31

3.24 3mm. x 85mm. shaft 31

3.25 2mm. x 2mm. keystock (length 50mm.) 31

3.26 8mm. keyed rotary shaft (length 50mm.) 32

3.27 214-L Timing belt 33

3.28 150XL037 belt 34

3.29 180XL037 belt 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

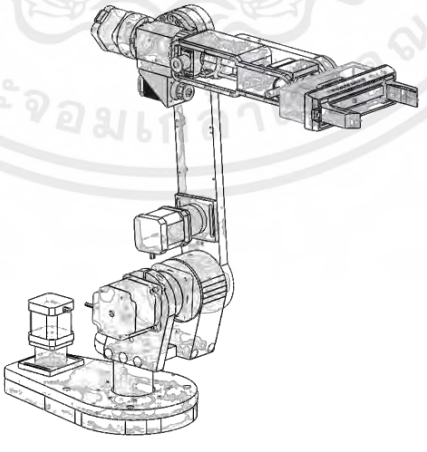
รูปภาพที่	หน้า
3.30 84XL037 belt	34
3.31 60T XL pulley	35
3.32 L10 Pulley	35
3.33 XL 15 tooth 8mm. Bore	35
3.34 XL 10 tooth 6mm. bore pulley	35
3.35 J1 motor SKU: NEMA17	36
3.36 J2 motor SKU: NEMA23	36
3.37 J3 motor SKU: NEMA17	36
3.38 J4 motor SKU: NEMA11	37
3.39 J5 motor : NEMA17 with lead screw	37
3.40 J6 motor SKU: NEMA17	37
3.41 STM 32 – STM32F103C8T6	38
3.42 ESP 32	38
3.43 กลไกของแขนกล	39
3.44 การ Wiring สายไฟ	40
3.45 ประกอบบอร์ด STM32 เข้ากับบอร์ด ESP32	40
4.1 การออกแบบแขนกลด้วยโปรมแกรม SOLIDWORKS	42
4.2 แขนกลที่เสร็จสมบูรณ์	43
4.3 โปรแกรมการควบคุมแขนกลโดยใช้ ROS Moveit	44
4.4 ควบคุมและจำลองการเคลื่อนไหวของแขนกลผ่านโปรแกรม Rviz	45
4.5 บอร์ด STM32 และ ESP32 ที่ต่อกันสมบูรณ์	46
4.6 โปรแกรม Image Detection ตรวจจับน่องไก่	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องด้วยในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆเข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตสินค้าต่างๆ ทำให้มีการลดทรัพยากรมนุษย์ หรือแรงงานมนุษย์ลง เนื่องจากว่าการใช้แรงงานมนุษย์นั้นมีความแปรปรวนในหลายๆเรื่องไม่ว่าจะเป็น เจ็บป่วย หรือลาออก ส่งผลให้การทำงานเกิดความล่าช้า หรือสูญเสียทรัพยากรบางส่วนโดยไม่จำเป็น เช่น ค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานทำให้ปัจจุบันมีการใช้เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมมากขึ้นเรื่อย ๆ แทนการใช้มนุษย์ เราจึงคิดตัวแขนกลที่สามารถหยิบวัตถุที่เราใช้ AI ในการประมวลผลขึ้นมาได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการนำแขนกลแทนมนุษย์ในการจัดเรียงลายผลิตสินค้าภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้ ทำให้ลายการผลิตมีความสเถียรขึ้นและสามารถคำนวณจำนวนสินค้าได้แม่นยำยิ่งขึ้นอีกด้วย แต่การใช้งานก็ยังมีข้อจำกัดอยู่บ้างในบางส่วน เช่น หากวัตถุที่มาตามสายพานกล้องของแขนกล AI ไม่สามารถจับได้ว่าเป็นวัตถุที่เราต้องการทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ ฉะนั้นทางผู้จัดทำจึงได้เทรนด์ AI ซ้ำๆและใช้สูตรคำนวณต่างๆนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ และประมวลผลทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด และทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงที่สุด



รูปที่ 1.1 แบบจำลองแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของแขนกล และใช้กล้องจับภาพคัดแยกวัตถุ

1.2.2 เพื่อศึกษาการเขียนคำสั่งการทำงานควบคุมแขนกลด้วยระบบปฏิบัติการแขนกล หรือที่เราเรียกว่า Robot Operating System (ROS)

1.2.3 เพื่อเป็นโครงงานต้นแบบและสามารถนำไปพัฒนาต่อยอด และขยายผลสำหรับเป็นอุปกรณ์ที่สามาถนำมาใช้ได้จริงๆในโรงงานอตสาหกรรม

1.2.4 เพื่อเป็นการฝึกฝนให้นักศึกษาในภาควิชาแมคคาทรอนิกส์และออโตเมชันได้รู้จักค้นคว้าหาความรู้และฝึกฝนทักษะในการทำงานร่วมกันเป็นทีม อีกทั้งยังเพิ่มประสบการณ์ในการทำงานร่วมกับองค์กรต่างๆ ที่จะต้องทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อีกด้วย

1.2.5 เพื่อนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สามารถควบคุมการทำงานของแขนกลจากระบบปฏิบัติการแขนกลได้

1.3.2 สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละตัวที่ติดตั้งบนแขนกลได้

1.3.3 สามารถเขียนโปรแกรมในการควบคุมแขนกลได้

1.3.4 สามารถเทรน AI จนสามารถตรวจจับวัตถุได้อย่างแม่นยำ

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 กำหนดหัวข้อและขอบเขตการจัดทำโครงงาน

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น

1.4.3 ศึกษาการทำงานของแขนกลจากต้นแบบที่เรานำมาใช้

1.4.4 ออกแบบแขนกลขึ้นมาใหม่โดยอ้างอิงต้นแบบจากแขนกล AR4

1.4.5 เขียนโปรแกรมการทำงานของชิ้นงานและตรวจสอบความถูกต้อง

1.4.6 ทดสอบการทำงานของแขนกลที่ออกแบบและตรวจสอบอีกครั้ง

1.4.7 จัดซื้ออุปกรณ์และสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบและวางแผนไว้

1.4.8 ปรับปรุงประสิทธิภาพและแก้ไขข้อผิดพลาดของอุปกรณ์

1.4.9 สรุปผลและจัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวเกี่ยวกับทฤษฎีและความรู้ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญในการออกแบบแขนกล และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมแขนกล ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.) แขนกล

2.) ROS (Robot Operating System)

3.) Library ที่ใช้ภายใน ROS

4.) ไมโครคอนโทรลเลอร์

5.) การรู้จำวัตถุ (Object Detection)

6.) โปรโตคอล SPI (Serial Peripheral Interface)

7.) สเต็ปเปอร์มอเตอร์

8.) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์

9.) ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 แขนกล

แขนกลใช้ต้นแบบจากแขนกล AR4 ซึ่งเป็นโมเดล Open Source โดยนำมาปรับปรุงให้เข้ากับงบประมาณและอุปกรณ์ที่มี แขนกล AR4 เป็นแขนกลที่มี 6 degrees of freedom หมายความว่าสามารถสั่ง Input มอเตอร์ได้ทั้ง 6 มอเตอร์โดยอิสระซึ่งกันและกัน ซึ่งทำให้แขนกลมีความอิสระในการเคลื่อนที่มากขึ้น

รูปที่ 2.1 โมเดลแขนกล AR4

2.2 ROS (Robot Operating System)

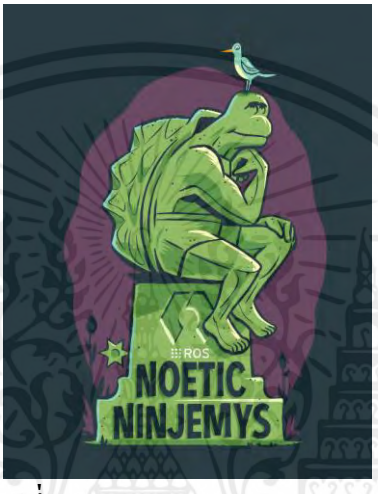
2.2.1 ความหมายของ ROS (Robot Operating System)

ROS หรือ Robot Operating System เป็นหนึ่งในระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาและควบคุมหุ่นยนต์และระบบหุ่นยนต์ต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพและยืดหยุ่นที่สุด ROS สามารถสร้างและควบคุมหุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อนต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น โดย ROS มีชุดของเครื่องมือและไลบรารีที่มีอยู่ให้ใช้งานอย่างมากมายสำหรับการแสดงผลข้อมูล ควบคุมการเคลื่อนไหว การนำทาง การสื่อสารระหว่างหุ่นยนต์ และการแบ่งปันข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลของหุ่นยนต์ นอกจากนี้ ROS ยังรองรับการพัฒนาและการใช้งานในภาษา C++ และ Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เวอร์ชันของ ROS (Robot Operating System)

ROS ในปัจจุบันมีด้วยกันหลายเวอร์ชั่น และทุกเวอร์ชั่นในปัจจุบันนั้นทำงานบน Unix-based platforms ปัจจุบัน ROS 2 เป็นเวอร์ชั่นที่ใหม่ที่สุด ซึ่งสำหรับโปรเจคนี้จะเลือกเป็น ROS 1 noetic ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นสุดท้ายของ ROS 1 ซึ่งจะใช้ได้ใน ubuntu 20.04 และยังคงมีความนิยมอยู่



รูปที่ 2.2 LOGO ของ ROS 1 noetic

2.2.3 การทำงานของ ROS

ROS ใช้การสื่อสารแบบ master/slave ซึ่งจะมี ROS master คอยจัดการ node ต่าง ๆ ในระบบ ROS ให้สามารถสื่อสารกันได้ โดยแต่ละ node จะแยกเป็น publisher และ subscriber โดย publisher จะ publish หรือส่ง messages หรือข้อมูลไปยัง topic และ subscriber ที่สนใจจะ subscribe หรือรับข้อมูลนั้นมาจาก topic อีกที

รูปที่ 2.3 การส่ง message จาก publisher node ไปยัง subscriber node

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Library ที่ใช้ภายใน ROS

ไลบรารี่สำเร็จรูปของ ROS ที่ใช้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ Moveit, Rviz และ rosserial ซึ่งสามารถดาวน์โหลดและติดตั้งได้ทันทีหากมีการติดตั้ง ROS ไว้อยู่แล้ว

2.3.1 Moveit

Moiveit คือ framework แบบ motion planning ซึ่งใช้ในการควบคุมแขนกล โดยสามารถสั่งให้แขนกลขยับทีละ joint หรือจะสั่งให้แขนกลไปยังตำแหน่งใด ๆ ในพิกัดฉาก 3 มิติ x y z ได้ โดยระยะจะไม่เกินระยะยืดสุดของแขนกล ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบอุตสาหกรรมที่ใช้การควบคุมแขนกลได้

รูปที่ 2.4 โลโก้ของ Moveit

2.3.2 Rviz

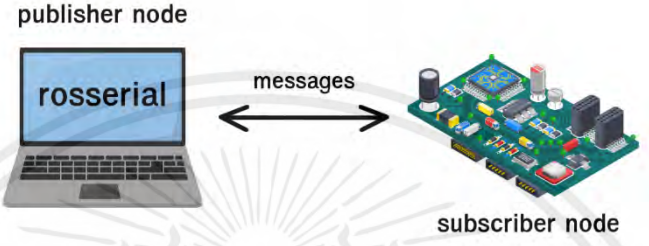
Rviz คือ เครื่องมือที่ช่วยในการจำลองและแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติที่เชื่อมต่อได้ทั้งหุ่นยนต์ในโลกจริงและหุ่นยนต์ในโลกเสมือน

รูปที่ 2.5 โลโก้ของ Rviz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 rosserial

rosserial คือ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางที่ทำหน้าที่จัดการให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถที่จะทำการส่งข้อมูลและสื่อสารกับระบบ ROS ที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ได้



รูปที่ 2.6 การส่งข้อมูลของ rosserial

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller หรือ MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งจะเลือกใช้เป็นบอร์ด STM32F103C8T6 และบอร์ด ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 STM32

STM32F103C8T6 เป็นบอร์ดที่ใช้ MCU เบอร์ STM32F103RCBT6 ARM Cortex-M3 processor ซึ่งรองรับการทำงานแบบ 32 Bit ซึ่งเร็วกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ Atmega328P ที่มีอยู่ใน Arduino Uno โดยบอร์ด STM32F103C8T6 มีความเร็ว Clock 72 Mhz มีแรม 20K และหน่วยความจำ Flash 128K รองรับแรงดัน VDC 3.3V และรองรับการทำงานกับ Arduino IDE เหมาะกับงานประมวลผลที่ต้องการใช้ความเร็วสูงๆ และแรมจำนวนมาก

รูปที่ 2.7 บอร์ด STM32F103C8T6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ESP 32

ESP32 เป็น ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ Bluetooth Low Energy (BLE) ในตัว ใช้ภาษา C หรือ Python ในการพัฒนาโปรแกรม ESP32 มาพร้อมกับ touch-sensitive pins ที่สามารถใช้ปลุก ESP32 จากโหมด deep sleep และมี hall effect sensor และ temperature sensor ในตัว

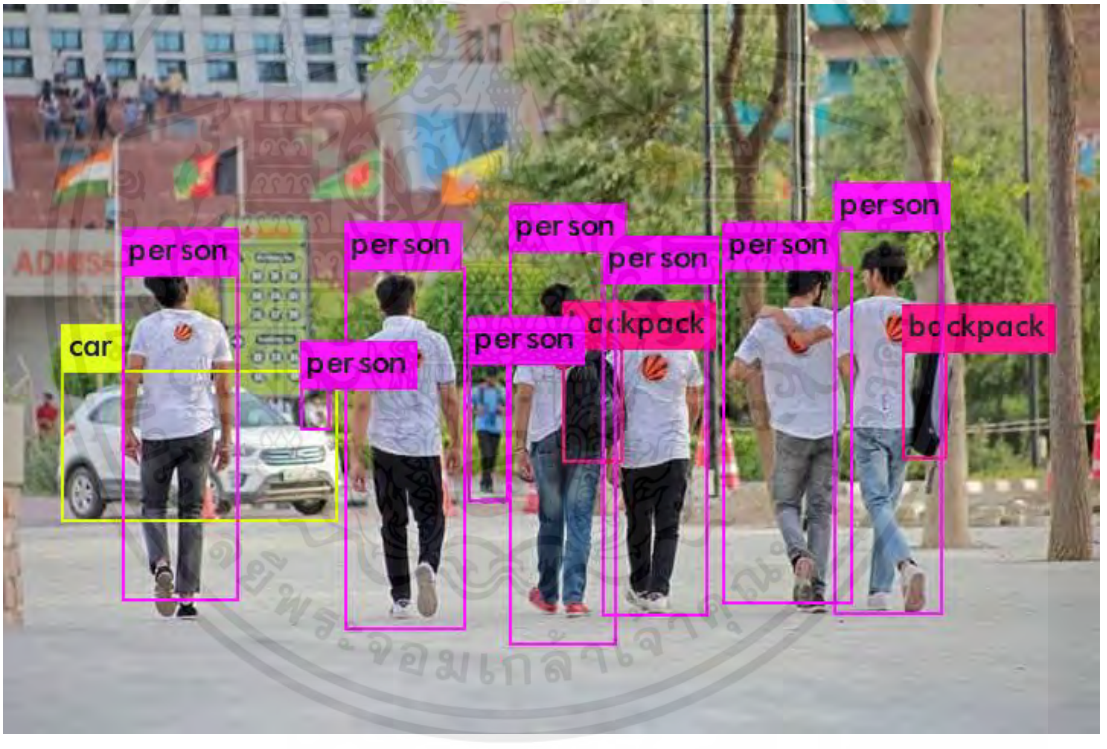
ESP32 ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash 16M มีขา GPIO 36 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้

รูปที่ 2.8 บอร์ด ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การรู้จำวัตถุ (Object Detection)

การรู้จำวัตถุ คือ AI ที่ใช้ในงาน Computer Vision ที่สามารถจดจำจำแนก และตรวจจับวัตถุใด ๆ จากในภาพได้ ในการตรวจจับวัตถุสามารถทำได้หลายวิธี วิธีที่นิยมที่สุดคือการวาดกล่องรอบวัคถุ (Bounding Box) โมเดลอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุในภาพมีหลากหลายโมเดล ซึ่งในที่นี้จะใช้เป็นโมเดลอัลกอริทึม YOLO หรือ You Only Look Once พัฒนาโดย ultralytics ซึ่งทำงานโดยการนำแบ่งภาพออกเป็น N*N ช่อง แล้วคำนวณความน่าจะเป็นของช่องนั้น ๆ ว่ามีค่าความเป็นไปได้ว่าจะเป็นวัตถุที่อยู่ใน Dataset หรือไม่



รูปที่ 2.9 Image Detection โดย YOLO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 โปรโตคอล SPI (Serial Peripheral Interface)

SPI หรือ Serial Peripheral Interface คือ รูปของแบบการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมแบบซิงโครนัสรูปแบบหนึ่งการสื่อสารอนุกรมแบบ SPI จะอาศัยสัญญาณนาฬิกาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล สามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางและรับข้อมูลจากปลายทางกลับมาในครั้งเดียวกัน (Full Duplex) การสื่อสารอนุกรมแบบ SPI จะแบ่งอุปกรณ์ออกเป็น 2 ฝั่ง คือ Master เป็นตัวควบคุมการรับส่งข้อมูล และ Slave เป็นอุปกรณ์ที่รอรับคำสั่งจาก Master ในบัสการสื่อสารแบบอนุกรมแบบ SPI สามารถมี Slave มีได้มากกว่า 1 ตัว

การสื่อสารอนุกรมแบบ SPI ใช้สายสัญญาณทั้งหมดจำนวน 4 เส้น มีรายละเอียดดังนี้

- SCK (Clock Data) : ใช้สำหรับส่งสัญญาณนาฬิกาจาก Master ไปยัง Slave
- MISO (Master In Slave Out) : ใช้สำหรับรับข้อมูลจาก Slave
- MOSI (Master Out Slave In) : ใช้สำหรับส่งข้อมูลจาก Master ไปยัง Slave
- SS/CS (Slave Select/Chip Select) : ใช้สำหรับเลือก Slave ที่ต้องการใช้งาน

รูปที่ 2.10 การทำงานของ SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ คือ มอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเคลื่อนด้วยคลื่นสี่เหลี่ยม (Pulse) โดยโครงสร้างภายในนั้นจะประกอบไปด้วยขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ (Stator) ที่ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวน จะมีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้น ๆ โดยแต่ละซี่ที่ยื่นออกมานั้นจะมีขดลวดพันอยู่ เมื่อมีกระแสผ่านคอยล์จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น

รูปที่ 2.11 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ทำงานโดยแบ่งการหมุนทั้งหมดเป็นชุดของสเต็ปย่อยๆ โดยแต่ละสเต็ปจะถูกขับเคลื่อนโดยการจ่ายสัญญานไฟฟ้าให้กับขดลวดมอเตอร์ตามลำดับที่กำหนด โดยแกนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะหมุน 1 สเต็ปต่อสัญญานไฟฟ้า 1 ลูกคลื่น ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์คือความแม่นยำสูง ต้นทุนต่ำ และใช้งานง่าย อย่างไรก็ตาม สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไม่ได้ให้แรงบิดสูง และความเร็วของสเต็ปเปอร์จะไม่ได้สูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ให้สามารถขยับไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้ โดยจะอาศัยสัญญาณไฟฟ้าแบบคลื่นสี่เหลี่ยม (Pulse) ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อทำให้แกนเกิดการหมุนไปทีละขั้น โดยสามารถหมุนรอบแกนได้ถึง 360 องศา

รูปที่ 2.12 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 SOLIDWORKS 2022

โปรแกรมสำหรับออกแบบงานด้านวิศวกรรม เช่น ชิ้นส่วน อุปกรณ์ เครื่องจักร เป็นต้น โดยเป็นโปรแกรมในตระกูล CAD (Computer Aided Design and Drafting) ซึ่งสามารถจำลองเป็นโมเดลสามมิติได้ และมีความละเอียดกว่า CAD ทั่วไปในการวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ เช่น ความแข็งแรง อุณหภูมิ อายุการใช้งาน เป็นต้น SOLIDWORKS ได้เสนอฟังก์ชันทางด้านการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ ใช้งานง่ายด้วย User Interface ที่ใช้ไอคอนในการทำงาน รวมถึงการใช้คีย์ลัดเข้ามาช่วย เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในกระบวนการออกแบบและทำให้ออกแบบงานได้สะดวกยิ่งขึ้น

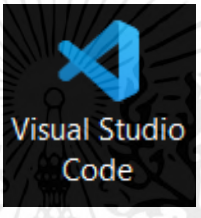
รูปที่ 2.13 โปรแกรม SOLIDWORKS 2022

รูปที่ 2.14 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม SOLIDWORKS 2022

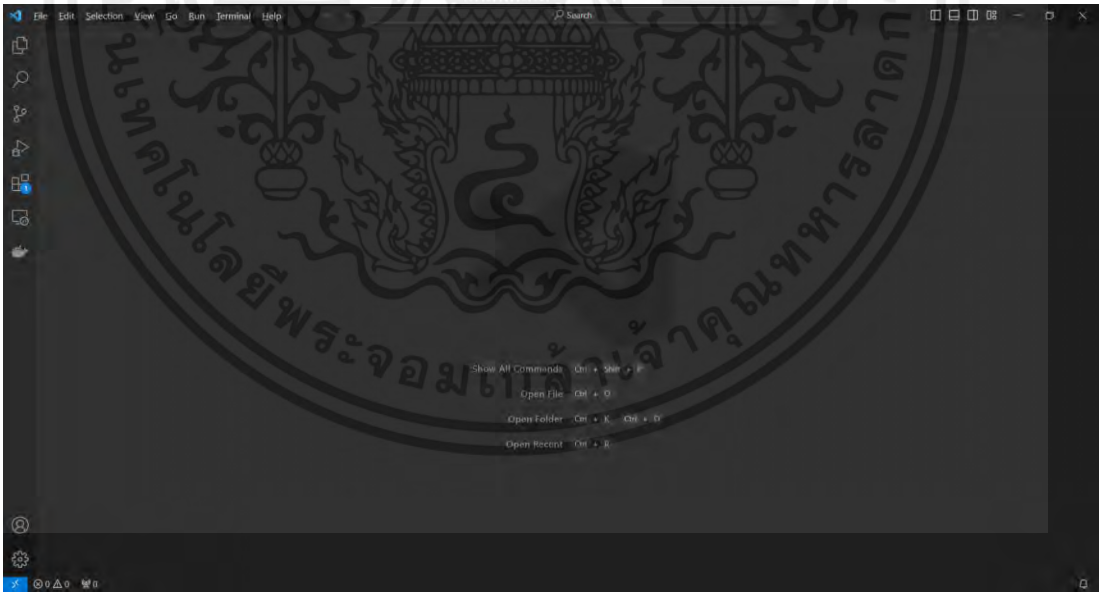
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 Visual Studio Code

Visual Studio Code หรือ VS Code เป็นโปรแกรมประเภท Text Editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูง เป็น Open Source จึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux ใช้งานได้หลายภาษาและสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือและส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้มากมาย สามารถปรับเปลี่ยน Themes ได้หลากหลาย



รูปที่ 2.15 โปรแกรม Visual Studio Code



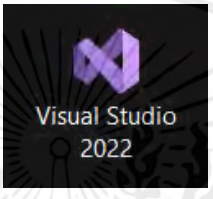
รูปที่ 2.16 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Visual Studio Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

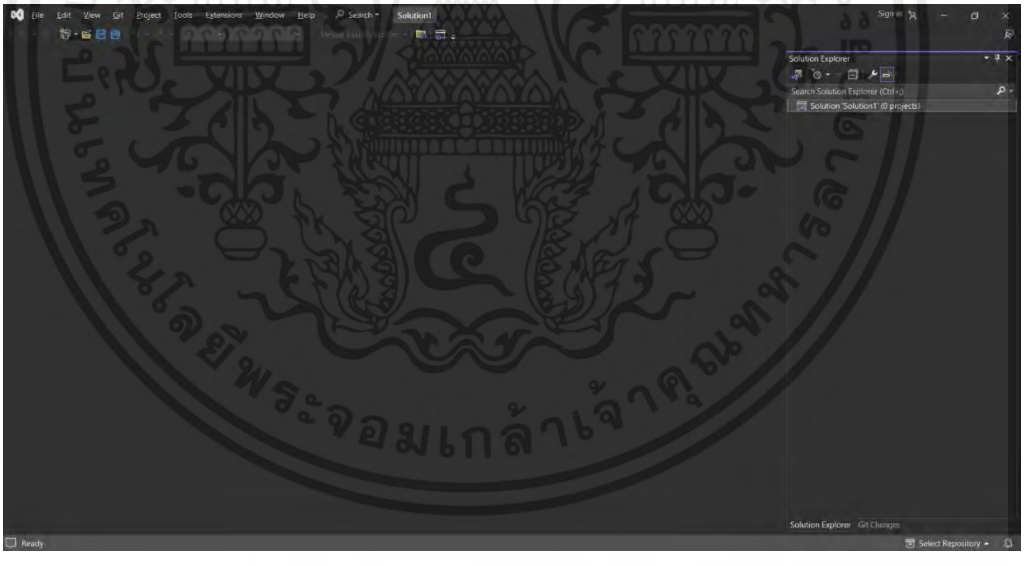
2.9.3 Visual Studio 2022

Visual Studio คือ โปรแกรมที่เป็นเครื่องมือในการพัฒนาหรือสร้างโปรแกรม ระบบต่าง ๆ บนระบบปฏิบัติการณ์ Window หรือ Mobile

Visual Studio รองรับโปรเจคที่สร้างด้วยหลาย ๆ ภาษา เช่น C, C++ , C#, Python และ GO โดยมีส่วนเสริมหรือ Extension ที่สามารถดาวน์โหลดเพิ่มเติมภายหลังได้



รูปที่ 2.17 โปรแกรม Visual Studio 2022



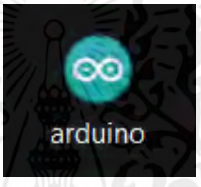
รูปที่ 2.18 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Visual Studio 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 Arduino IDE

Arduino IDE คือ โปรแกรม Open Source ทำหน้าที่ ติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการณ์ Windows, Mac OS X หรือ Linux กับบอร์ด Arduino ซึ่งโปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาให้ง่ายต่อการเขียนโค้ดและอัปโหลดโปรแกรมที่เราเขียนเข้าสู่บอร์ด Arduino

นอกจากบอร์ด Arduino แล้ว บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวอื่น ๆ ก็ยังสามารถพัฒนาและอัปโหลดโปรแกรมที่เราเขียนลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น ๆ โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.19 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

รูปที่ 2.20 หน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

โปรเจคหุ่นยนต์เอไอจับน่องไก่ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาและออกแบบสร้างแขนกลต้นแบบที่ใช้ในการระบุและจับน่อง สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงวัสดุอุปกรณ์และขั้นตอนการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดหัวข้อและขอบเขตการจัดทำโครงงาน

ก่อนที่จะทำการเริ่มงานได้นั้น ต้องมีการกำหนดหัวข้อที่จะทำ เพื่อที่จะได้ทราบถึงจุดมุ่งหมายและขอบเขตของงาน จากนั้นจึงมาประชุมวางแผนงาน เพื่อให้สามารถทำงานจนสำเร็จลุล่วงได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

3.2 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้น

ทฤษฎีและความรู้ต่าง ๆ ที่มีความสำคัญในการออกแบบแขนกล และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมแขนกล ซึ่งมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1.) แขนกล

2.) ROS (Robot Operating System)

3.) Library ที่ใช้ร่วมกับ ROS

4.) ไมโครคอนโทรลเลอร์

5.) การรู้จำวัตถุ (Object Detection)

6.) โปรโตคอล SPI (Serial Peripheral Interface)

7.) สเต็ปเปอร์มอเตอร์

8.) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ไดรฟ์เวอร์

9.) ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

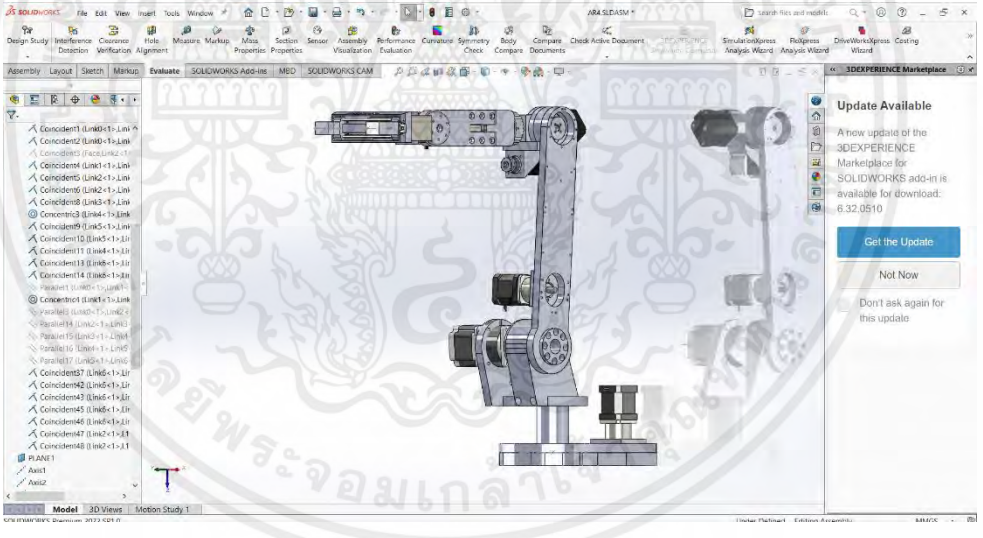
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ศึกษาการทำงานของแขนกลจากต้นแบบที่เรานำมาใช้

จากการศึกษาการทำงานของแขนกล แขนกลต้นแบบที่เรานำมาใช้ การเคลื่อนที่ของแขนกลจะเคลื่อนที่ในส่วนต่างๆด้วยมอเตอร์จำนวน 6 จุดเพื่อหมุนสายพานในส่วนต่างๆของแขนกล หรืออาจจะใช้เป็นโซ่แทนได้เพื่อที่จะได้มีความแข็งแรงและทนทานมากยิ่งขึ้น แต่ชิ้นงานที่เราทำนั้นจะใช้เป็นแค่สายพานธรรมดา เพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

3.4 ออกแบบแขนกลขึ้นมาใหม่โดยอ้างอิงต้นแบบจากแขนกล AR4

การออกแบบแขนกล ใช้ต้นแบบของ AR4 ซึ่งเป็นโมเดล Open Source ของแขนกล 6 degrees of freedom ในการออกแบบจะออกแบบในทีละส่วน โดยจะมีแบ่งเป็นอะลูมิเนียมและพลาสติก ส่วนที่เป็นอะลูมิเนียมจะเป็นส่วนที่ต้องรับโหลดหนัก และส่วนที่เป็นพลาสติกเป็นส่วนที่ไม่ต้องรับโหลดหนักเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการออกแบบแขนกลโดยโปรแกรม SOLIDWORKS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เก็บ Dataset รูปภาพสำหรับการเทรน Image Detection

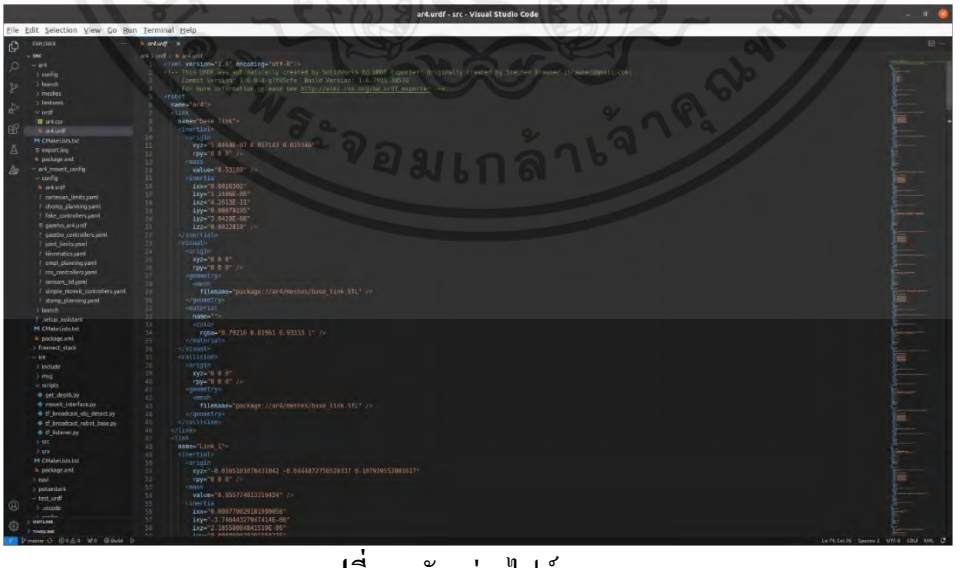
ทำการปริ้น 3 มิตินองไก่จำลองและถ่ายภาพในหลาย ๆ มุม เพื่อเก็บเป็น Dataset สำหรับการเทรน Image Detection ซึ่งต้องการ Dataset จำนวนหนึ่งเพื่อให้ AI มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างน่องไก่ปริ้น 3 มิติ

3.6 เขียนโปรแกรมการทำงานของแขนกล

3.6.1 export ไฟล์โมเดลแขนกลจาก SOLIDWORKS

เมื่อออกแบบแขนกลเสร็จสิ้นในโปรแกรม SOLIDWORKS แล้วทำการ export ไฟล์ออกมาเป็นไฟล์ URDF เพื่อนำไปใช้กับ Moveit

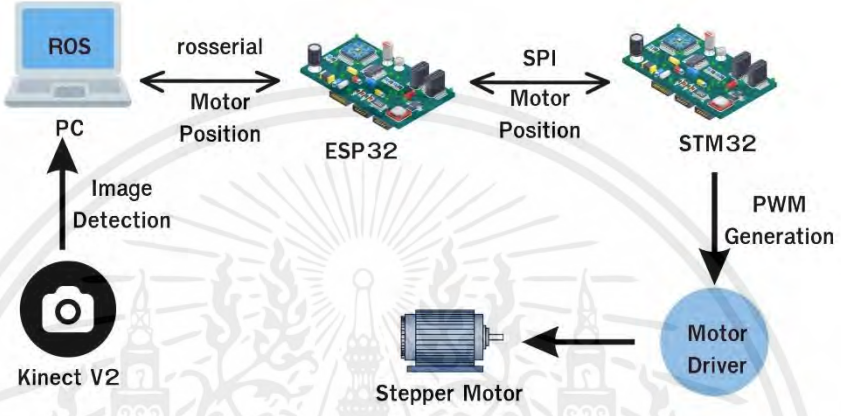


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างไฟล์ URDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ออกแบบ Workflow ของโปรแกรม

ก่อนเริ่มการเขียนโปรแกรมจริง จำเป็นต้องมีการออกแบบ Workflow ของโปรแกรมที่จะทำงาน เพื่อสะดวกให้การพัฒนาและแก้ไขโปรแกรม และเพื่อให้การทำงานเป็นระบบมากขึ้น



รูปที่ 3.4 Workflow ของโปรแกรม

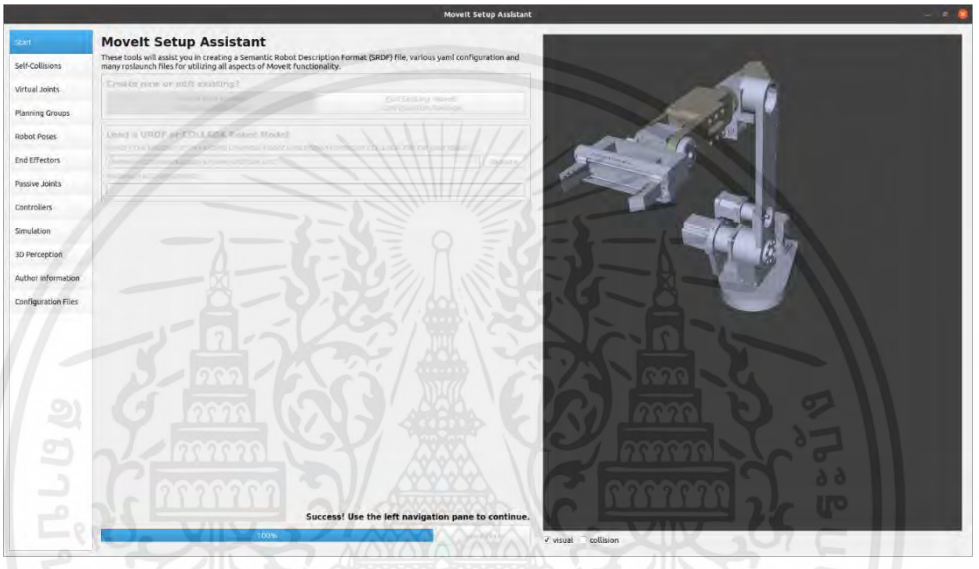
3.6.3 ใช้ Moveit Assistant Setup เพื่อตั้งค่าต่าง ๆ ของแขนกล

สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมแขนกลด้วยการใช้ ROS ในการควบคุมจะใช้ ROS 1 Noetic บนระบบปฏิบัติการ Ubuntu 20.04 ซึ่งส่วนของโค้ดจะเขียนบนคอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรม Visual Studio Code ในการออกแบบโค้ด

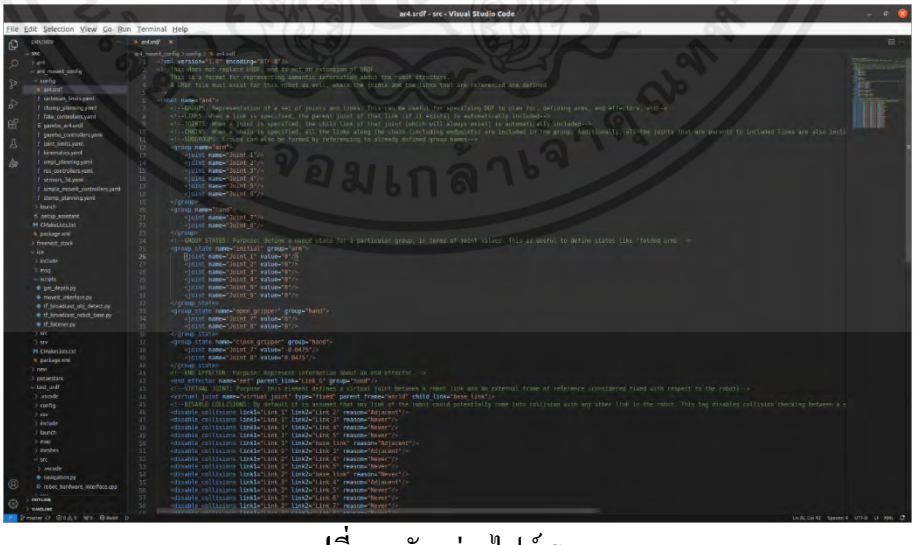
การควบคุมแขนกล จะเป็นไปโดยไลบรารี่ของ ROS ชื่อว่า Moveit ซึ่งช่วยในการคำนวณ Inversed Kinematic เพื่อหาค่าองศา ความเร่ง และความเร็วของมอเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปป้อนให้มอเตอร์อีกทีเพื่อควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นแรกใช้ Moveit Assistant Setup โดยการนำไฟล์ URDF ของแขนกลที่ได้มาจากโปรแกรม SOLIDWORKS เพื่อตั้งค่าต่าง ๆ สำหรับการใช้งานกับ Moveit โดย Moveit Assistant Setup จะสร้างไฟล์ Semantic Robot Description Format (SRDF) ซึ่งเป็นไฟล์ที่บอกคุณลักษณะของแขนกลนั้น ๆ ทั้ง แกนหมุนของมอเตอร์ ค่าความเฉื่อยของแขนกล และอื่น ๆ



รูปที่ 3.5 หน้าต่างโปรแกรม Moveit Setup Assistant ที่โหลดไฟล์ URDF เข้ามาแล้ว

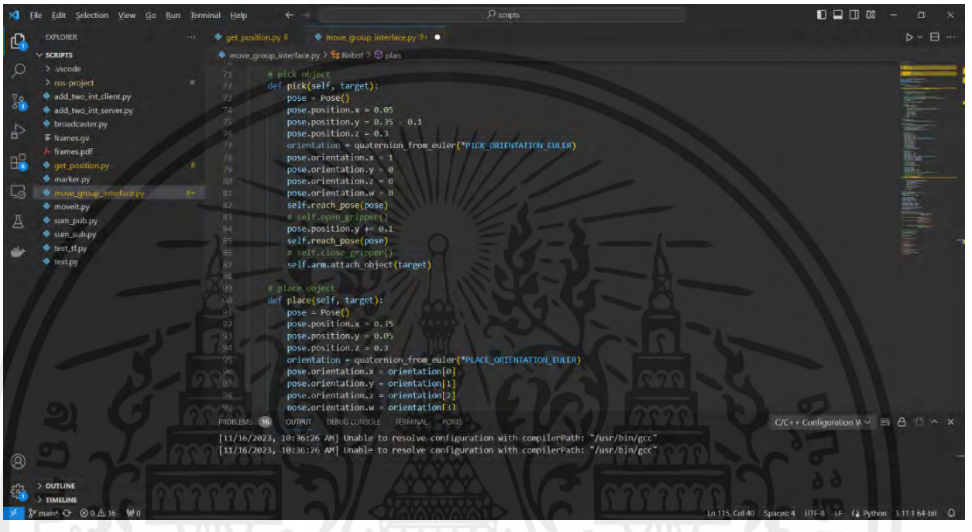


รูปที่ 3.6 ตัวอย่างไฟล์ SRDF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.4 การเขียนโปรแกรม Interface ควบคุมแขนกล

การเขียนโปรแกรม เริ่มเขียนโปรแกรม interface ด้วยภาษา Python เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อเข้ากับ Moveit เพื่อคำนวณ Inversed Kinematic จากตำแหน่งในพิกัดฉาก 3 มิติ x y z ที่ป้อนเข้าไป และไฟล์ SRDF ที่ได้จาก Moveit Assistant Setup เมื่อได้ค่าองศาความเร่ง และความเร็วของมอเตอร์ จึงนำไปสั่งให้มอเตอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

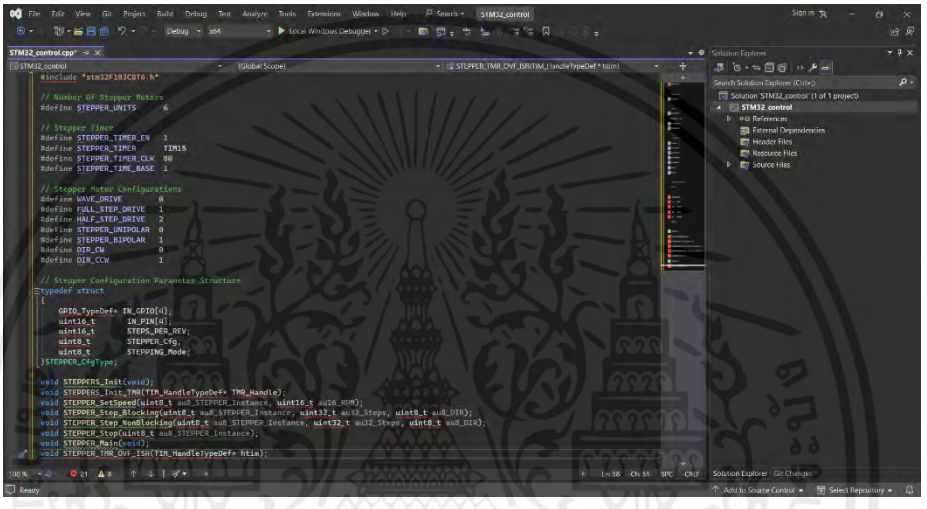


รูปที่ 3.7 ตัวอย่างโปรแกรม interface ในการควบคุมแขนกลโดย Moveit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 การเขียนโปรแกรมที่ใช้ในบอร์ด STM32

บอร์ด STM32 ทำหน้าที่ในการควบคุมมอเตอร์ในแต่ละ Joint ของแขนกล โดยบอร์ด STM32 นั้นจะใช้ภาษา C ในการเขียน และพัฒนาในโปรแกรม Visual Studio การทำงานของ STM32 จะทำหน้าที่สั่งสเต็ปเปอร์มอเตอร์ให้ไปในตำแหน่งที่ต้องการ โดยตำแหน่งของมอเตอร์จะได้รับมาจากบอร์ด ESP32 อีกที โดยสื่อสารผ่านโปรโตคอล SPI



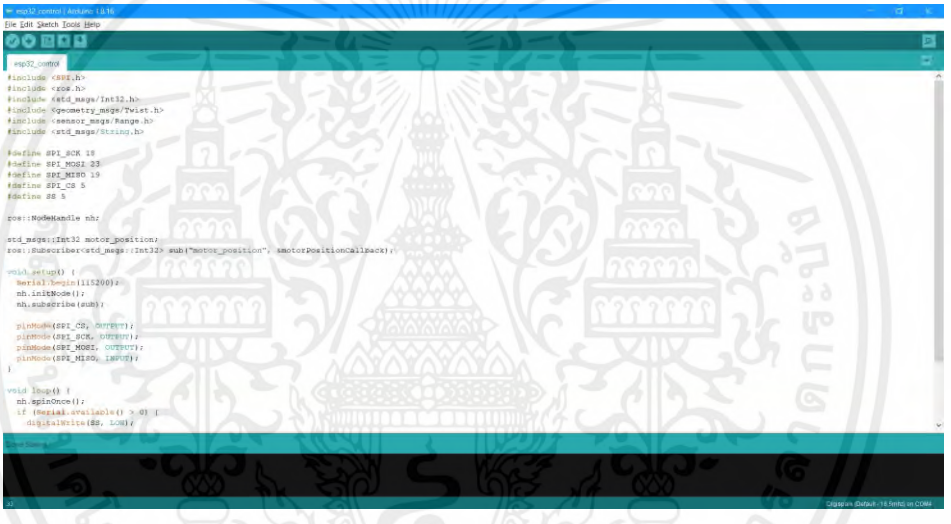
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโปรแกรมในบอร์ด STM32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.6 การเขียนโปรแกรมที่ใช้ในบอร์ด ESP32

เพื่อแบ่งการทำงานออกมาเป็นระบบ จึงได้แบ่งส่วนที่สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในบอร์ด ESP32 และสั่งบอร์ด STM32 อีกที โดยโปรแกรมในบอร์ด ESP32 จะใช้ภาษา C ในการเขียนและเขียนบนโปรแกรม Arduino IDE ซึ่งสามารถใช้ในการพัฒนาโปรแกรมและอัปโหลดลงบอร์ดได้สะดวก

หน้าที่ของบอร์ด ESP32 คือการรับคำสั่งตำแหน่งของมอเตอร์แต่ละตัวจากคอมพิวเตอร์และส่งคำสั่งไปยังบอร์ด STM32 ผ่านโปรโตคอล SPI เพื่อให้ STM32 ควบคุมมอเตอร์อีกที



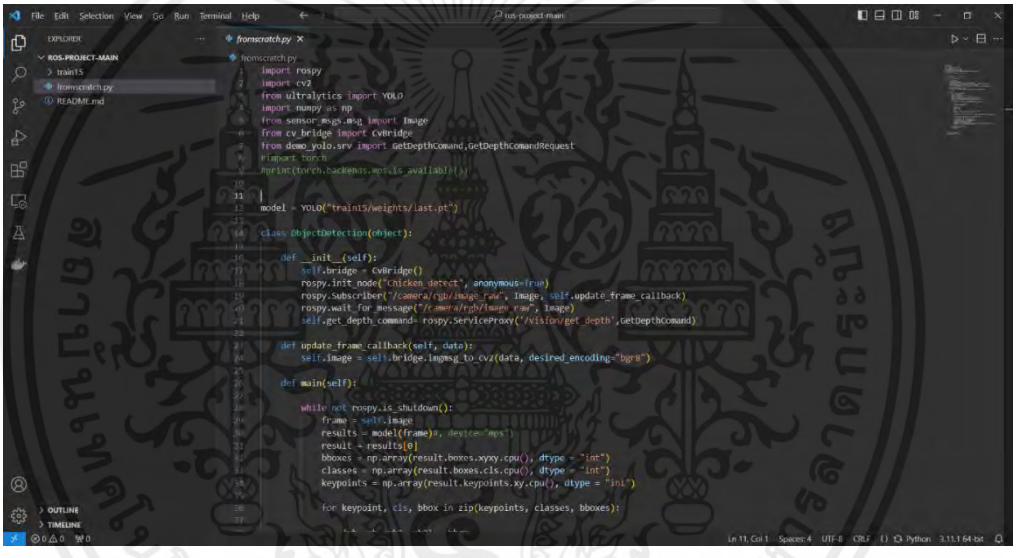
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรมในบอร์ด ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.7 การเขียนโปรแกรม Image Detection

ในการจำแนกและตรวจจับวัตถุในภาพ ต้องใช้อัลกอริทึม Image Detection ในการทำงานเริ่มทำการเขียนโปรแกรม Image Detection โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code และใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมจะทำหน้าที่นำภาพที่ได้จากกล้องมทุกเฟรมมาคำนวณความน่าจะเป็นของวัตถุที่อยู่ใน Dataset โดยหากเจอวัตถุที่อยู่ใน Dataset จะทำการตีกรอบ Bounding Box ขึ้นและระบุ (Classification) ว่าวัตถุนั้นคืออะไร โดยวัตถุที่อยู่ใน Dataset คือ น่องไก่

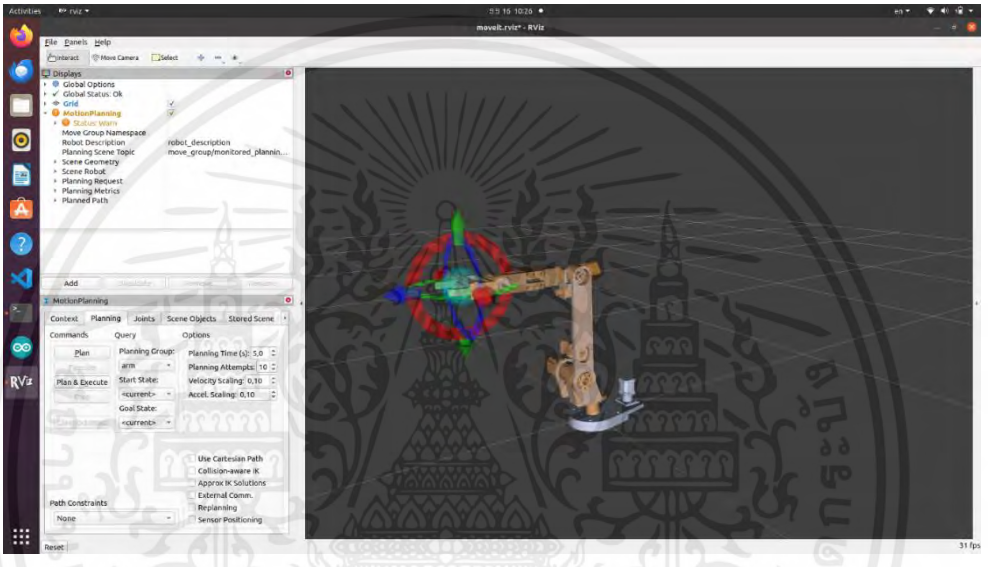


รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโปรแกรม Image Detection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ทดสอบการทำงานของแขนกลที่ออกแบบและตรวจสอบอีกครั้ง

จำลองการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ได้รับองศา ความเร็ว และความเร่ง โดยการคำนวณ Inversed Kinematic จาก Moveit โดยใช้ไลบรารี่ของ ROS ที่ชื่อว่า Rviz ที่จะจำลองและแสดงผลโมเดล 3 มิติของแขนกลและเคลื่อนไหวต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดเป้าหมาย



รูปที่ 3.11 หน้าต่างโปรแกรม Rviz ที่จำลองและแสดงโมเดลแขนกลแบบ 3 มิติ

3.8 จัดซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ

3.8.1 แบริ่ง ใช้สำหรับช่วยในการหมุนส่วนต่างๆของแขนกลที่เป็นจุดหมุน

รูปที่ 3.12 32009 (45x75x20mm) taper roller bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 30206 (30x62x17.25mm) taper roller bearing

รูปที่ 3.14 30204 (20x47x15.25mm) taper roller bearing

รูปที่ 3.15 AXK3552/AS3552 (35x52x4mm) thrust bearing with washers

รูปที่ 3.16 NTA1625 (1.00x1.5625x0.0781 inch) thrust bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 TRA1625 (1.000x1.5625x0.0312 inch) thrust washers

รูปที่ 3.18 TRD1625 (1.000x1.5625x0.125 inch) thrust washers

รูปที่ 3.19 B1616 (1x1-1/4x1 inch) needle roller bearing

รูปที่ 3.20 HK1612 (16x22x12mm) needle roller bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.21 LM3UU 3mm. linear rod bearing

รูปที่ 3.22 688Z (8x16x5mm) groove ball bearing

รูปที่ 3.23 30203 (17x40x13.25mm) taper roller bearing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.2 เพลา ใช้ยึดองค์ประกอบต่าง ๆ ให้สมบูรณ์และแข็งแรง

รูปที่ 3.24 3mm. x 85mm. shaft

รูปที่ 3.25 2mm. x 2mm. keystock (length 50mm.)

รูปที่ 3.26 8mm. keyed rotary shaft (length 50mm.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.3 น็อต ใช้สำหรับยึดและประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแขนกล

#6 x .375 Thread Form Screw	6
M3x10 Flat Head Screw	13
M3x10 Set Screw Screw	4
M3x14 Pan Head Screw	10
M3x14 Socket Head Screw	6
M3x18 Socket Head Screw	4
M3x20 Flat Head Screw	6
M3x20 Pan Head Screw	6
M3x25 Pan Head Screw	24
M3x3 Set Screw	4
M3x4 Set Screw	10
M3x5 Socket Head Screw	1
M3x6 Set Screw	7
M3x8 Socket Head Screw	9
M4 Nuts	4
M4 Washers	12
M4x10 Flat Head Screw	16
M4x10 Set Screw	12
M4x10 Socket Head Screw	16
M4x14 Flat Head Screw	2
M4x14 Socket Head Screw	1
M4x18 Flat Head Screw	3
M4x20 Pan Head Screw	2
M4x20 Socket Head Screw	8
M4x35 Pan Head Screw	4
M4x5 Set Screw	20
M6x14 Socket Head Screw	13
M6x18 Flat Head Screw	9
M6x20 Socket Head Screw	3
M8 x 14 Socket Head	1

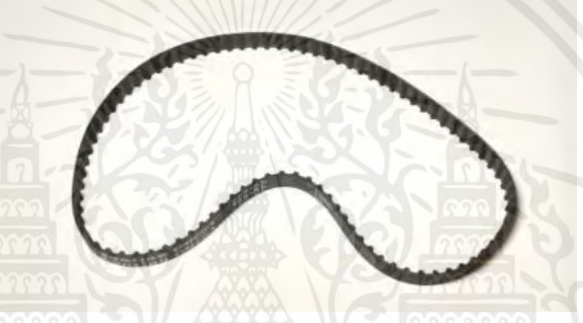
ตารางที่ 3.1 ตารางรายการสั่งซื้อน็อต

3.8.4 สายพาน ใช้สำหรับทำให้แขนกลเคลื่อนที่ตามการหมุนของมอเตอร์ได้

รูปที่ 3.27 214-L Timing Belt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.28 150XL037 belt



รูปที่ 3.29 180XL037 belt

รูปที่ 3.30 84XL037 belt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.5 Pulley ใช้สำหรับยึดสายพานกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของแขนกล

รูปที่ 3.31 60T XL pulley

รูปที่ 3.32 L10 Pulley

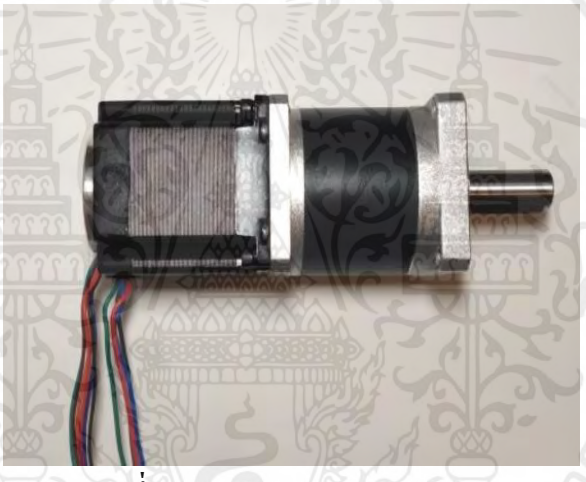
รูปที่ 3.33 XL 15 tooth 8mm. Bore

รูปที่ 3.34 XL 10 tooth 6mm. bore pulley

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.6 มอเตอร์ ใช้สำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกล

รูปที่ 3.35 J1 motor SKU: NEMA17



รูปที่ 3.36 J2 motor SKU: NEMA23

รูปที่ 3.37 J3 motor SKU: NEMA17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.38 J4 motor SKU: NEMA11

รูปที่ 3.39 J5 motor : NEMA17 with lead screw

รูปที่ 3.40 J6 motor SKU: NEMA17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8.7 บอร์ด ใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของแขนกล ผ่านโปรแกรม

รูปที่ 3.41 STM 32 – STM32F103C8T6

รูปที่ 3.42 ESP 32

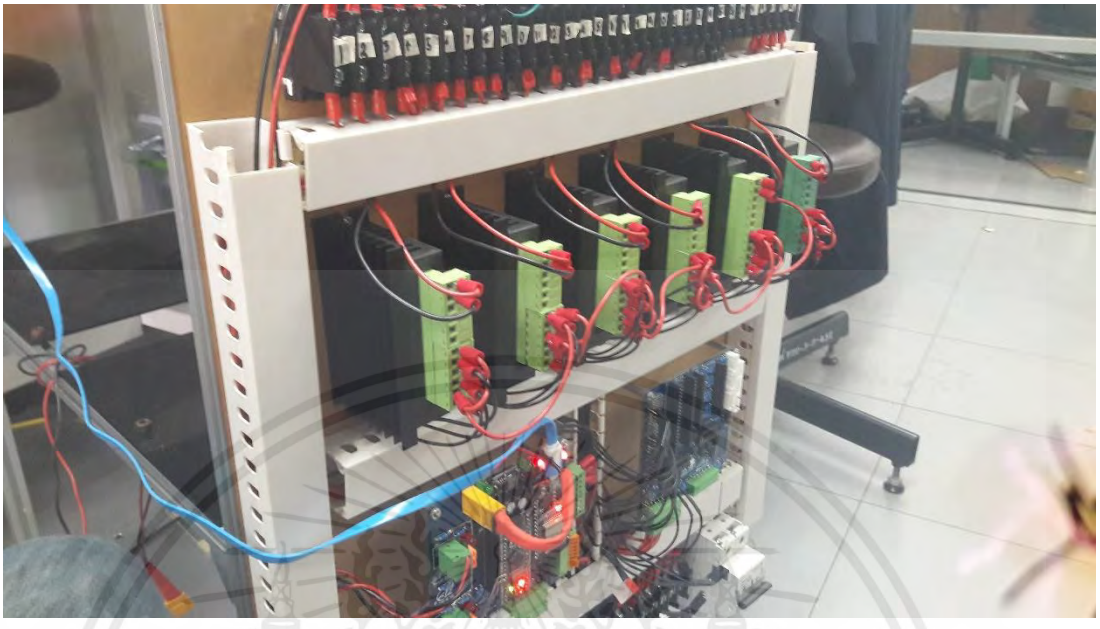
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 ประกอบแขนกล

หลังจากที่อุปกรณ์ทุกอย่างที่สั่งซื้อได้ถูกจัดส่งอย่างครบถ้วนแล้ว จึงถึงขั้นตอนการกระกอบแขนกล และทำการ Wiring อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 3.43 กลไกของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 การ Wiring สายไฟ

รูปที่ 3.45 ประกอบบอร์ด STM32 เข้ากับบอร์ด ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.10 ทดสอบการทำงานและแก้ไขข้อผิดพลาด

เมื่อทำการประกอบแขนกล และเขียนโปรแกรมทุกอย่างเสร็จสิ้นตามแผนที่วางเอาไว้ ก็ถึงขั้นตอนการทดสอบการทำงานของแขนกลและโปรแกรมการควบคุมแขนกล โดยทดสอบว่าแขนกลและโปรแกรมการควบคุมแขนกลนั้นทำงานได้ถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งพบบั๊กบางส่วนในโปรแกรมจึงทำให้แขนกลไม่สามารถทำงานได้ถูกต้องตามกำหนด ซึ่งก็ได้แก้ไขให้ถูกต้องเป็นที่เรียบร้อย

3.11 สรุปผลและจัดทำรายงาน

เมื่อเสร็จสิ้นทุกขั้นตอนดังกล่าวแล้วจึงทำการสรุปผลทุกอย่างที่ได้ และจัดทำรายงานเผื่อนำส่งอาจารย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

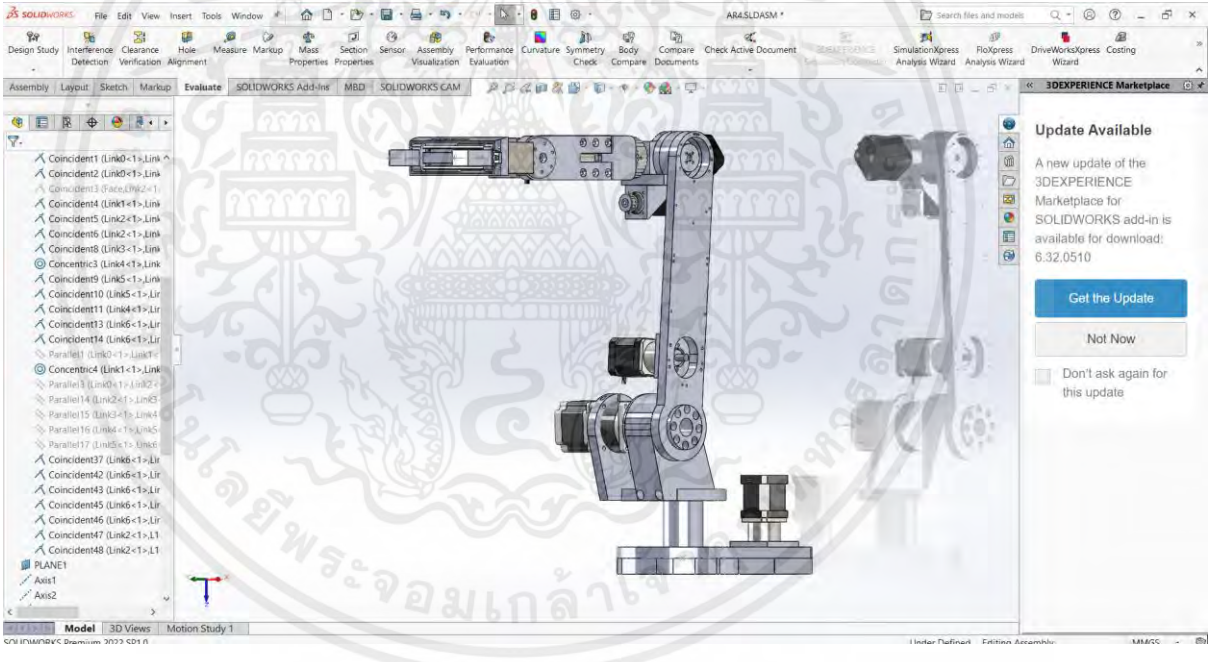
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

การพัฒนาแขนกลต้นแบบเพื่อใช้สำหรับศึกษาการทำงานของแขนกล และฝึกฝนทักษะการออกแบบ และการเขียนโปรแกรมโดยใช้ ROS มาช่วยในการควบคุมแขนกลผ่านคอมพิวเตอร์ เพื่อต่อยอดและพัฒนาไปในอนาคตต่อไป

4.1 ผลการจัดทำแขนกล

สำหรับการจัดทำแขนกลจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นการออกแบบแขนกลโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS และส่วนที่เป็นการประกอบแขนกลจริง



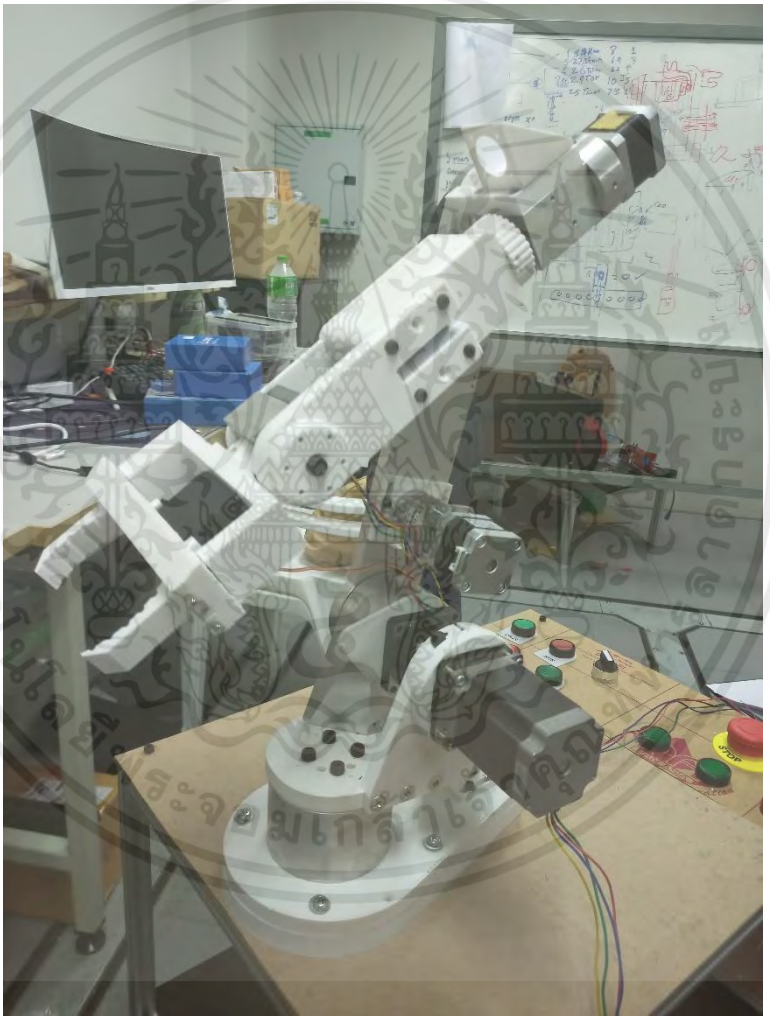
รูปที่ 4.1 การออกแบบแขนกลด้วยโปรมแกรม SOLIDWORKS

การออกแบบแขนกลนั้นจะต้องออกแบบแต่ละชิ้นส่วน แล้วจึงนำชิ้นส่วนทั้งหมดมาประกอบรวมกัน ซึ่งมีต้นแบบจากแขนกล AR4 โดยคำนึงถึงโหลดสูงสุดที่แขนกลรับได้ และการเคลื่อนที่ของแขนกลจะไม่ขัดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 แขนกลแต่ละส่วนที่ออกแบบเสร็จสิ้นแล้ว จึงนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จนถึงสามารถสามารถจำลองการขยับของแขนกลได้จริง

ในส่วนของการประกอบแขนกล จะเริ่มประกอบแต่ละส่วน ซึ่งรวมไปถึงอุปกรณ์ขับเคลื่อนอย่างมอเตอร์ และอุปกรณ์ส่งกำลังอย่างสายพาน แล้วจึงนำแต่ละส่วนมาประกอบรวมกันอีกที เพื่อความสะดวกในการแก้ไขเมื่อเกิดข้อผิดพลาดขึ้น

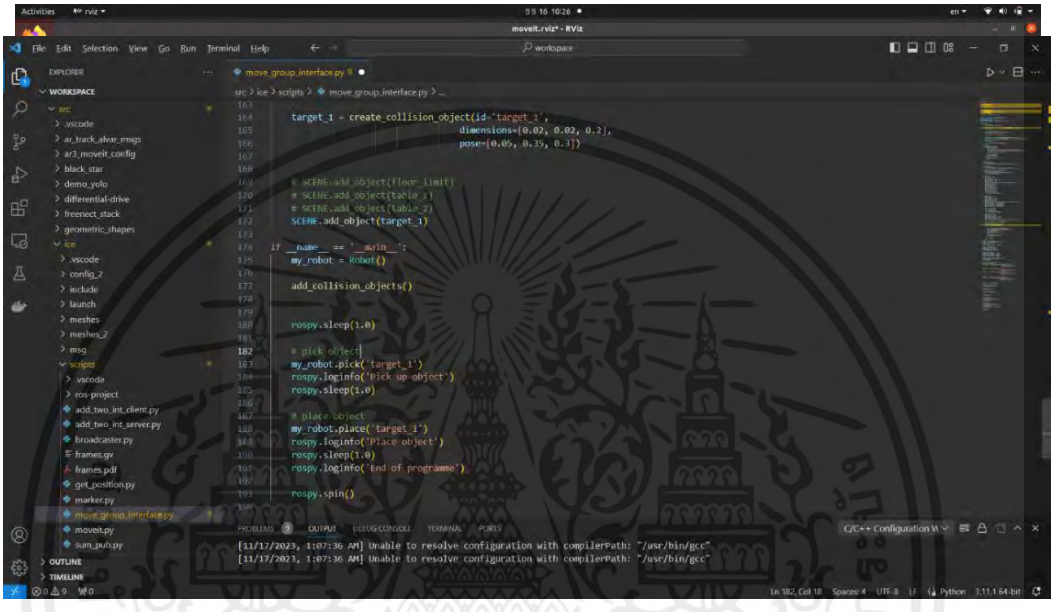


รูปที่ 4.2 แขนกลที่เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล

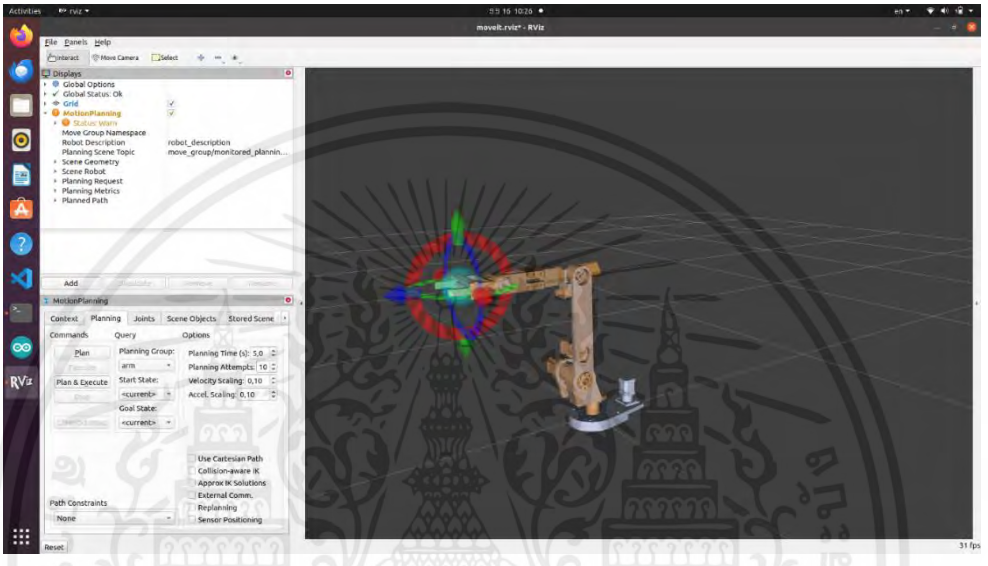
การเขียนโปรแกรมควบคุมแขนกล เพื่อให้สามารถควบคุมแขนกลโดยการสั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์ในการออกแบบโปรแกรมโดยการใช้ ROS ในการควบคุม โดย ROS จะมีไลบรารี่สำหรับการควบคุมแขนกลคือ Moveit ซึ่งจะเขียนโดยใช้ภาษา Python



รูปที่ 4.3 โปรแกรมการควบคุมแขนกลโดยใช้ ROS Moveit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ป้อนตำแหน่งในพิกัดฉาก 3 มิติ x y z ในโลกจริงใส่ในโปรแกรม โปรแกรมจะคำนวณ Inverse Kinematic สำหรับองศา ความเร็ว และความเร่งของแต่ละมอเตอร์ และส่งองศา ความเร็ว และความเร่งต่าง ๆ ของแต่ละมอเตอร์ไปยังบอร์ด ESP32 โดยใช้ไลบรารี่ rosserial เพื่อควบคุมมอเตอร์นั้น ๆ และจะจำลองและแสดงผลการเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรม Rviz

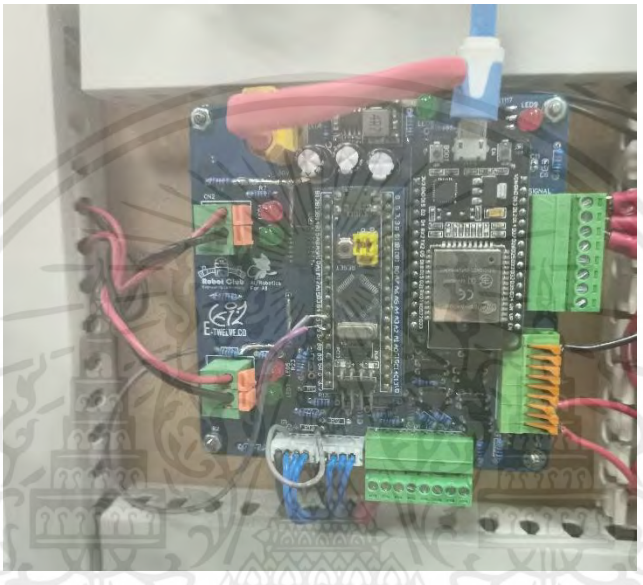


รูปที่ 4.4 ควบคุมและจำลองการเคลื่อนไหวของแขนกลผ่านโปรแกรม Rviz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการเขียนบอร์ด STM32 และ ESP32

การเขียนบอร์ดควบคุมแขนกลมี 2 บอร์ดคือบอร์ด STM32 และบอร์ด ESP32 โดยบอร์ด STM32 ทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ของแขนกลในแต่ละ Joint โดยจะรับคำสั่งจากบอร์ด ESP32 และบอร์ด ESP32 ทำหน้าที่ควบคุมบอร์ด STM32 โดยรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์อีกที

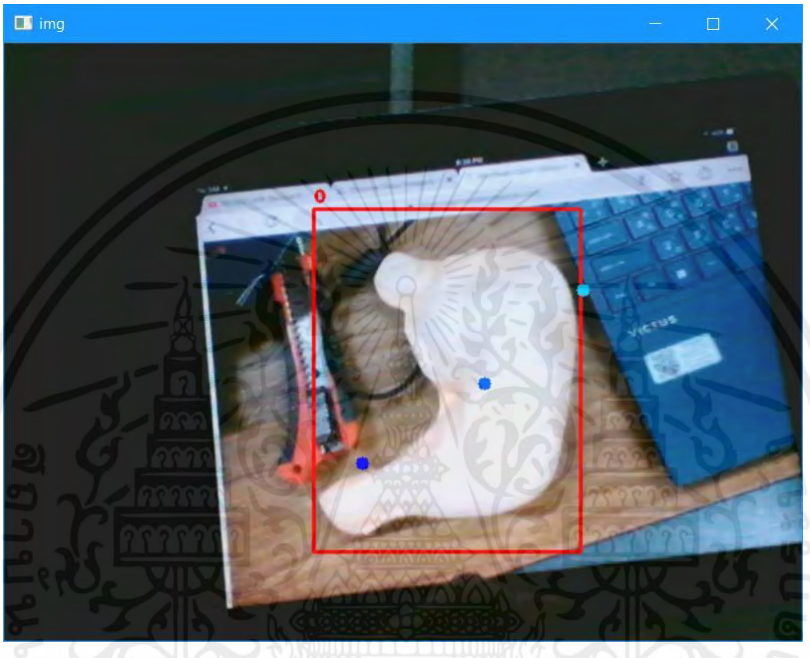


รูปที่ 4.5 บอร์ด STM32 และ ESP32 ที่ต่อกันสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการเขียนโปรแกรม Image Detection

การเขียนโปรแกรม Image Detection ใช้โมเดล YOLO ซึ่งเป็น AI ที่ใช้ในงาน Image Detection และเขียนด้วยภาษา Python จึงง่ายแก่การพัฒนา โดยโปรแกรมจะรับรูปภาพที่กล้องสตรีมมาและตรวจจับและตีกรอบน่องไก่ที่เจอ



รูปที่ 4.6 โปรแกรม Image Detection ตรวจจับน่องไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การออกแบบแขนกลในโครงการนี้ให้มีความแข็งแรงและประสิทธิภาพที่สูง เพื่อทำให้สามารถทำงานได้อย่างเสถียรและแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีการคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ เช่น การลดค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่ต้องรับโหลดหนัก และการสร้าง Dataset สำหรับการเทรน Image Detection ด้วยการประมวลผลภาพที่ได้จากการถ่ายภาพ 3 มิติของน่องไก่จำลอง โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

5.1.1 การออกแบบแขนกล

ใช้โมเดล Open Source AR4 6 degrees of freedom เพื่อให้แขนกลมีความยืดหยุ่นและสามารถทำงานในทิศทางหลายทิศทางได้ ในส่วนของชิ้นงานจะมีบางส่วนที่เป็นการกลึงชิ้นงานแบบอลูมิเนียมเฉพาะบางส่วนที่มีหน้าที่รับโหลดค่อนข้างมาก และบางส่วนเป็นการปริ้น 3 มิติสำหรับส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนักมาก เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่สูงเกินงบประมาณที่มี

5.1.2 การเทรน Image Detection

ปริ้น 3 มิติน่องไก่จำลองและถ่ายภาพในหลาย ๆ มุมเพื่อสร้าง Dataset สำหรับการเทรน Image Detection โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code และ Python เพื่อเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการจำแนกและตรวจจับวัตถุในภาพ

5.1.3 การควบคุมแขนกลโดยใช้ ROS

ใช้ ROS 1 Noetic บน Ubuntu 20.04 เพื่อควบคุมแขนกล ใช้โปรแกรม Visual Studio Code เพื่อใช้สำหรับควบคุม Library Moveit ด้วยการใช้ Moveit Assistant Setup เพื่อตั้งค่าต่าง ๆ สำหรับการใช้งาน Moveit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4. การควบคุมมอเตอร์โดยใช้บอร์ด STM32

เขียนโปรแกรมบนบอร์ด STM32 โดยใช้ภาษา C และใช้ Inversed Kinematic จาก Moveit เพื่อคำนวณค่าองศา ความเร่ง และความเร็วของมอเตอร์ และมีบอร์ด STM32 ทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ในแต่ละ Joint ของแขนกล

5.1.5. การทำงานของบอร์ด ESP32

เขียนโปรแกรมในบอร์ด ESP32 เพื่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ และควบคุมการทำงานของบอร์ด STM32 ใช้ Arduino IDE ในการพัฒนาโปรแกรม

5.1.6. การจำแนกและตรวจจับวัตถุ

ใช้ Image Detection Algorithm เพื่อจำแนกและตรวจจับวัตถุในภาพ และใช้ภาษา Python กับโปรแกรม Visual Studio Code ในการเขียนโปรแกรม

5.1.7. การทดลองเคลื่อนที่

ทดลองการเคลื่อนที่ของแขนกลโดยใช้ค่าองศา ความเร็ว และความเร่งที่ได้จาก Moveit ใช้ Library Rviz เพื่อจำลองและแสดงผลโมเดล 3 มิติของแขนกล

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

5.2.1 เนื่องจากขั้นตอนการทำ มีชิ้นส่วนบางชิ้นเสียหาย ทำให้ไม่สามารถใช้งานได้

5.2.2 ความรู้และความชำนาญไม่เพียงพอต่อการประกอบแขนกล

5.2.3 เกิดปัญหาอันเนื่องจากการประกอบเครื่องจักรไม่ตรงกับที่ออกแบบไว้

5.2.4 เกิดความล่าช้าจากตารางการทำงาน ระยะเวลาในการทำโปรเจ็คค่อนข้างน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการแก้ไข

5.3.1 จำเป็นต้องนำสิ่งของอื่นๆที่มีอยู่มาดัดแปลงให้สามารถใช้งานได้

5.3.2 เปิดคู่มือต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานอุปกรณ์ วิธีการติดตั้งแขนกล

5.3.3 ทำการปรับความเข้าใจ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์

เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อและทำการทดสอบ

เครื่องจักรให้แล้วเสร็จ

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ควรประเมินชิ้นส่วนว่ามีโอกาสเกิดความเสียหายระหว่างการประกอบมากน้อยเพียงใด หากมีโอกาสเสียหายสูง จะทำการซื้อชิ้นส่วนเพิ่มมาเพื่อเก็บสำรองไว้

5.4.2 สามารถลดต้นทุนในการซื้อชิ้นส่วนได้มากขึ้น เช่น

ตัวแขนกลบางชิ้นที่สั่งกลึง และบางชิ้นที่สามารถพิมพ์ 3 มิติได้

5.4.3 ควรศึกษาวิธีการประกอบแขนกลให้มากขึ้นและรู้วิธีการดัดแปลงชิ้นส่วนในกรณีที่จำเป็นต้องทำการแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] https://wiki.ros.org/noetic

[2] https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

[3] https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f205rb.pdf

[4] https://docs.ultralytics.com/

[5] https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi/all

[6] https://wiki.ros.org/rosserial

[7] https://ros-planning.github.io/moveit_tutorials/

[8] http://wiki.ros.org/rviz

[9] https://help.ubuntu.com/20.04/ubuntu-help/index.html

[10] https://www.zonemaker.com/product/1069/hanpose-stepper-motor-nema23-%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%9A%E0%B8%B4%E0%B8%94-1-89n-m-2-8a-shaft-6-35mm-23hs7628-6-35

[11] https://www.zonemaker.com/product/40/usongshine-stepper-motor-nema17-%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%9A%E0%B8%B4%E0%B8%94-42-n-cm-1-5a-17hs4401s-black-end

[12] https://openkinect.org/wiki/Main_Page

[13] https://www.zonemaker.com/product/154/tb6600-microstep-driver-peak-4a-9-42-vdc-aluminum-cover-2-phase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นายธนกฤต เจนธนุรเวท
รหัสประจำตัวนักศึกษา	63010393
สาขาวิชา	แมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน
	คณะวิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วันเดือนปีเกิด	10 กุมภาพันธ์ 2545
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนสารสาสน์วิเทศชลบุรี
มัธยมศึกษา	โรงเรียนสารสาสน์วิเทศชลบุรี
ปีที่เข้ารับการศึกษา	พ.ศ.2563
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	167/1 ม.4 ต.หนองชาก
	อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี
	รหัสไปรษณีย์ 20170
อีเมล	63010393@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ-สกุล	นายธนกร หนองหารพิทักษ์
รหัสประจำตัวนักศึกษา	63010391
สาขาวิชา	แมคคาทรอนิกส์และออโตเมชัน
	คณะวิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วันเดือนปีเกิด	1 พฤษภาคม 2545
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศิริพรระยอง
มัธยมศึกษา	โรงเรียนระยองวิทยาคม
ปีที่เข้ารับการศึกษา	พ.ศ.2563
ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้	9/26 ม.2 ต.ทับมา
	อ.เมือง จ.ระยอง
	รหัสไปรษณีย์ 21000
อีเมล	63010391@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้