

ระบบสำหรับการสั่งและส่งอาหารอัตโนมัติในร้านอาหาร

THE AUTOMATION SYSTEM OF ORDERING AND DELIVERING FOOD
IN RESTAURANT



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารของสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

THE AUTOMATION SYSTEM OF ORDERING AND DELIVERING FOOD
IN RESTAURANT



THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN MECHATRONIC ENGINEERING
DEPARTMENT OF CONTROL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบสำหรับการสั่งและส่งอาหารอัตโนมัติในร้านอาหาร

THE AUTOMATION SYSTEM OF ORDERING AND DELIVERING FOOD
IN RESTAURANT



อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุมิตร

พนาอุดมทรัพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบสำหรับการสั่งและส่งอาหารอัตโนมัติในร้านอาหาร

ผู้จัดทำ

1. นายปัลลวี

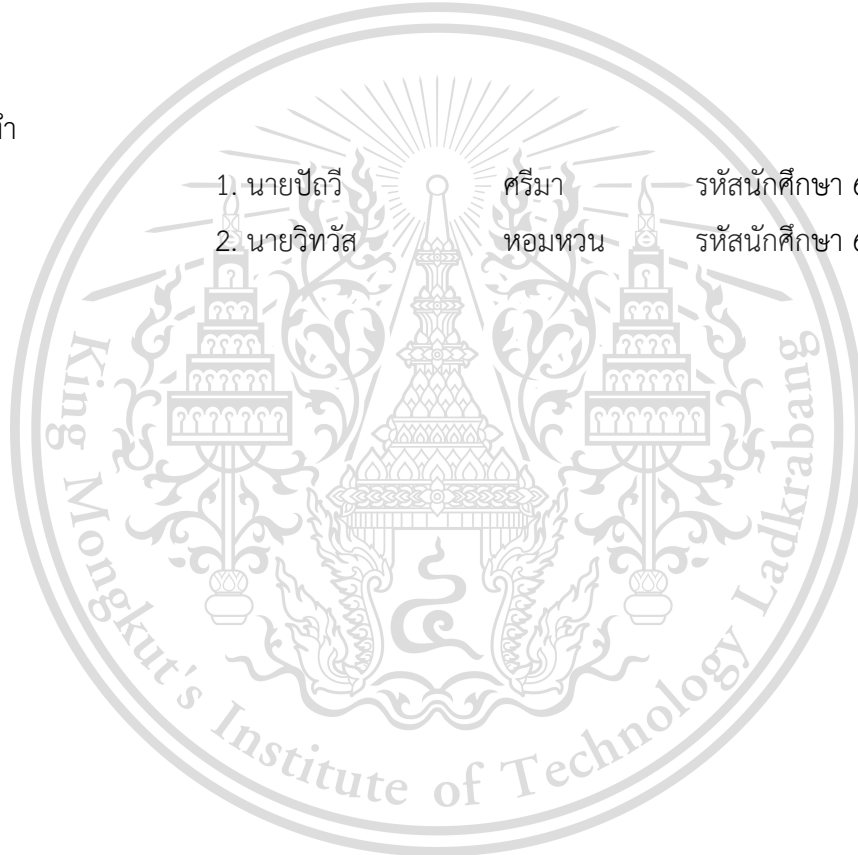
ศรีมา

รหัสนักศึกษา 60010601

2. นายวิทวัส

หอมหวาน

รหัสนักศึกษา 60010937



..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมิตร์ พนาอุดมทรัพย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบสำหรับการสั่งและส่งอาหารอัตโนมัติในร้านอาหาร

นายปฎิวี ศรีมา
นายวิฑูรย์ ทอมหวล
ผศ.สุมิตร พนาอุดมทรัพย์
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษฉบับนี้จัดทำเพื่อออกแบบระบบรับและส่งอาหารอัตโนมัติในร้านอาหาร เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันโรคติดต่อโคโรนาไวรัส 2019 โดยให้ความสำคัญกับการเว้นระยะห่างระหว่างบุคคล ผู้จัดทำได้ออกแบบระบบในร้านอาหาร 2 ระบบคือ ระบบสั่งอาหารผ่านเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งมีการดึงและเก็บข้อมูลสถานะของหุ่นยนต์ที่ระบบฐานข้อมูล และระบบส่งอาหารอัตโนมัติ โดยนำเสนอเป็นหุ่นยนต์ส่งอาหารต้นแบบ ซึ่งในตัวหุ่นยนต์มีระบบหาเส้นทางอัตโนมัติและระบบจดจำตำแหน่งโดยใช้กล้องในการตรวจจับตำแหน่งของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

THE AUTOMATION SYSTEM OF ORDERING AND DELIVERING FOOD IN RESTAURANT

Mr. PATTAWEE SRIMA

Mr. WITTAWATHORMHUAN

Asst. Prof. SUMIT PANAUDOMSUP Advisor

Year 2020

ABSTRACT

This special project is about the designing of automatics food transportation system created to prevent the spreading of Coronavirus 2019 by focusing on social distancing. We had designed 2 systems for the restaurant, first was online food ordering application which fetch and keep the status information of the robot at the database system. Second was automatics food delivery system which presented by the prototype food delivery robot. The robot has route finder system and location recognition system by using camera to detect the robot's position.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา สนับสนุนในเรื่อง อุปกรณ์และพื้นที่สำหรับใช้ในการทำโครงการ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง คณะผู้จัดทำได้ตระหนักถึงความทุ่มเทและความตั้งใจจริงของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณบุญสุข สังข์ศรีศรี ผู้บริหารและคณะทีมงานบริษัท นิว แอนด์ ไฮด์ จำกัด อย่างยิ่งที่ได้กรุณาเมตตาตามอบทุนการศึกษาสำหรับใช้ในโครงการพิเศษฉบับนี้ เพื่อให้คณะผู้จัดทำได้มีเงินทุนในการจัดซื้ออุปกรณ์ในการสร้างเป็นระบบจำลองร้านอาหารและหุ่นยนต์ได้สำเร็จ

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดาและครอบครัว ซึ่งให้การช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์และให้กำลังใจตลอดมา สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น คณะผู้จัดทำขอน้อมรับผิดและยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การจำลองการเคลื่อนที่	3
2.2 ระบบควบคุม	4
2.3 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing).....	8
2.4 การเขียนโปรแกรม	20
2.5 การสื่อสาร.....	23
2.6 การเขียนเว็บแอปพลิเคชัน.....	25
2.7 ระบบฐานข้อมูล Firebase	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	28
3.1 กำหนดหัวข้อ และ วางแผนงาน	28
3.2 ศึกษาหาความรู้ที่จะนำมาใช้ในการทำโปรเจค	28
3.3 ออกแบบระบบด้วยการจำลองบนคอมพิวเตอร์	28
3.4 ทดสอบระบบบนหุ่นยนต์ต้นแบบ	30
3.5 ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับร้านอาหารและจัดการข้อมูลของระบบทั้งหมด	32
3.6 การปรับแต่งภาพลักษณ์ของหุ่นยนต์และร้านอาหาร	34
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	35
4.1 ผลการประมวลผลรูปภาพเพื่อหาตำแหน่งของหุ่นยนต์	35
4.2 ผลการทำงานของอุปกรณ์วัด	37
4.3 ผลการทำระบบควบคุมของหุ่นยนต์	37
4.4 ผลการสร้างระบบหาเส้นทางอัตโนมัติ	39
4.5 ผลการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน	40
4.6 ผลการแสดงผลข้อมูลของรายการอาหารที่สั่ง	41
4.7 ผลการดำเนินการสร้างหุ่นยนต์	42
4.8 ผลการออกแบบระบบร้านอาหาร	42
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	43
5.1 สรุปผลการดำเนินการ	43
5.2 ขอบเขตในการใช้งานระบบ	43
5.3 ข้อเสนอแนะ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ หากมีข้อผิดพลาดใดๆ กรุณาแจ้งไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก.....	47
ภาคผนวก ก.....	48
ประวัติผู้เขียน.....	59



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง Forward Kinematics	3
รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบระบบควบคุม	4
รูปที่ 2.3 แสดงระบบควบคุมแบบเปิด	5
รูปที่ 2.4 แสดงระบบควบคุมแบบปิด	6
รูปที่ 2.5 แสดง ON-OFF Control	6
รูปที่ 2.6 แสดงการควบคุมแบบสัดส่วน	7
รูปที่ 2.7 แสดงการควบคุมแบบอินทิกรัล	7
รูปที่ 2.8 แสดงการควบคุมแบบอนุพันธ์	7
รูปที่ 2.9 แสดงการควบคุมแบบพีไอดี	7
รูปที่ 2.10 แสดงวงกลมแม่แสง RGB	8
รูปที่ 2.11 แสดงระบบสี RYB	8
รูปที่ 2.12 แสดงระบบสี CMYK	9
รูปที่ 2.13 แสดงระบบสี HSV	9
รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่าง Grayscale Image	10
รูปที่ 2.15 แสดงตัวอย่าง Image Implement	11
รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่าง Histogram	11
รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่าง Image Segmentation	12
รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่าง Thresholding	13
รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการกรองค่าเฉลี่ย	14
รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างการกรองค่ามัธยฐาน	14
รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างการกรองแบบเกาส์เซียน	14
รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างการบูรณภาพ	15
รูปที่ 2.23 แสดงการ Dilation	16
รูปที่ 2.24 แสดงการ Erosion	16
รูปที่ 2.25 แสดงการ Opening	17
รูปที่ 2.26 แสดงการ Closing	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ผู้ที่ขโมยหรือดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.27 แสดงการ Gradient.....	17
รูปที่ 2.28 แสดงการ Top Hat	18
รูปที่ 2.29 แสดงการ black hat	18
รูปที่ 2.30 แสดงตัวอย่าง Image Segmentation	19
รูปที่ 2.31 แสดงการหาขอบภาพ	19
รูปที่ 2.32 แสดงการตรวจจับเส้นของภาพ	20
รูปที่ 2.33 แสดง Socket Programming.....	21
รูปที่ 2.34 แสดงการสื่อสารแบบ I ² C.....	23
รูปที่ 2.35 แสดงการสื่อสารแบบ SPI	24
รูปที่ 2.36 แสดงการสื่อสารแบบ UART.....	25
รูปที่ 2.37 แสดงสัญลักษณ์ HTML JS และ CSS.....	25
รูปที่ 2.38 เปรียบเทียบโครงสร้างภาษากับร่างกายมนุษย์	26
รูปที่ 2.39 แสดงสัญลักษณ์ของ Firebase.....	27
รูปที่ 3. 1 แสดงการจำลองการเคลื่อนที่โดยใช้สมการคณิตศาสตร์	29
รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองการเคลื่อนที่โดยหาเส้นทางอัตโนมัติ.....	29
รูปที่ 3.3 แสดงแอปพลิเคชันบนระบบจำลอง.....	30
รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของระบบจำลองพร้อมกันทั้งหมด	30
รูปที่ 3.5 แสดงหุ่นยนต์ต้นแบบที่ทำการออกแบบ	30
รูปที่ 3.6 แสดง Block Diagram ระบบควบคุมหุ่นยนต์	31
รูปที่ 3.7 แสดงการตรวจจับหุ่นยนต์โดยใช้กล้อง	31
รูปที่ 3.8 แสดงหน้าเว็บแอปพลิเคชันแบบที่ 1	32
รูปที่ 3.9 แสดงระบบการจัดการข้อมูล	32
รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างชุดโค้ดข้อมูลในระบบฐานข้อมูล	33
รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 2.....	33
รูปที่ 3.12 แสดงระบบร้านอาหารที่ทำการออกแบบ	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.13 แสดงโมเดลโต๊ะและหุ่นยนต์ต้นแบบ	34
รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการประมวลภาพ	35
รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์จากการปรับระดับภาพ	35
รูปที่ 4.3 แสดงหลักการปรับภาพ.....	36
รูปที่ 4.4 แสดงผลการประมวลภาพด้วยการกรองสี.....	36
รูปที่ 4.5 แสดงผล RGB ของสีแดง.....	36
รูปที่ 4.6 แสดงผล RGB ของสีน้ำเงิน.....	36
รูปที่ 4.7 แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับมุม	37
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่เส้นตรงและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kp และKi.....	37
รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุนและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า Kp และKi.....	38
รูปที่ 4.10 แสดงผลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปตามจุดต่างๆบนแผนที่.....	38
รูปที่ 4.11 แสดงกราฟแสดงระยะทางที่เคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง.....	39
รูปที่ 4.12 แสดงผลการหาเส้นทางลัดอัตโนมัติ.....	39
รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Appetizer และ Beverage.....	40
รูปที่ 4.14 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Main course.....	40
รูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Dessert และ Order.....	40
รูปที่ 4.16 แสดงผลการดึงข้อมูลรายการอาหารที่สั่ง	41
รูปที่ 4.17 แสดงระบบฐานข้อมูล	41
รูปที่ 4.18 แสดงหน้ารายการอาหารใน Google Sheet.....	42
รูปที่ 4.19 แสดงหุ่นยนต์ต้นแบบแบบที่ 1 2 และ 3	42
รูปที่ 4.20 แสดงระบบร้านอาหารขนาด 1 : 6	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในช่วงปีที่ผ่านมาทั่วโลกได้เกิดการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ซึ่งรวมถึงประเทศไทย โดยรวมสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยยังคงมีผู้ติดเชื้อสะสมเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่เชื้อไวรัสแพร่กระจายผ่านการสัมผัสกับผู้ติดเชื้อ ผ่านทางละอองเสมหะจากการไอ จาม น้ำมูก น้ำลาย ในส่วนของภาคธุรกิจก็มีการปรับนโยบายให้สอดคล้องกับประกาศจากหน่วยงานรัฐบาลและพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของผู้คนด้วย เช่น การมีมาตรการตรวจวัดอุณหภูมิก่อนเข้าใช้บริการ การสวมใส่แมส การใช้เจลล้างมือ และการเว้นระยะห่างอย่างน้อย 2 เมตร หากจะพูดถึงหนึ่งในธุรกิจที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ก็คงหนีไม่พ้น ธุรกิจเกี่ยวกับการบริการ เนื่องด้วยลักษณะของงานบริการ การเว้นระยะห่างกับผู้คนจึงเป็นไปได้ยาก

จากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ เราจึงนำกลุ่มธุรกิจการบริการเป็นกรณีในการศึกษาหาแนวทางการแก้ปัญหา แม้ว่าในขณะนี้นั้นบริการจัดส่งถึงที่จะเข้าถึงผู้คนได้มากขึ้น แต่ก็มีผู้คนจำนวนไม่น้อยที่มีความต้องการจะบริโภคในร้าน โดยปัญหาในจุดนี้เรามีความต้องการจะนำเสนอระบบบริการอัตโนมัติสำหรับร้านอาหารในรูปแบบระบบสั่งอาหารและหุ่นยนต์ส่งอาหารอัตโนมัติ ในระบบประกอบไปด้วยเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสั่งอาหารในร้านอาหาร และโมดูลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ส่งอาหารโดยใช้กล้องตรวจจับตำแหน่งของหุ่นยนต์ส่งอาหาร

พวกเรามีแนวคิดการลดความเสี่ยงในการติดโคโรนาไวรัส 2019 โดยการออกแบบระบบสั่งผ่านแอปพลิเคชันและส่งอาหารด้วยหุ่นยนต์ส่งอาหาร รวมเป็นระบบสั่งและส่งอาหารอัตโนมัติภายในร้านอาหาร เพื่อรักษาระยะห่างที่ปลอดภัยระหว่างบุคคล

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1. เพื่อสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออนไลน์
- 1.2.2. เพื่อสร้างเว็บไซต์แอปพลิเคชันสำหรับสั่งอาหาร
- 1.2.3. เพื่อศึกษาการใช้ Camera Inspection ในการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์
- 1.2.4. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กและแบบจำลองแผนที่ร้านอาหาร

1.2.5. เพื่อออกแบบระบบควบคุมหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ห้ามมิให้ผู้ใดนำเอกสารไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.3 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัยนี้คือ การส่งข้อมูลตำแหน่งเป้าหมายจากแอปพลิเคชันไปยัง Database และสั่งให้หุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กเคลื่อนที่บนแบบจำลองแผนที่ร้านอาหาร ไปยังตำแหน่งเป้าหมายผ่านการควบคุมโดยใช้ Camera Inspection

โดยใช้โปรแกรมดังนี้

- Visual Studio Code ทำหน้าที่ สร้างเว็บไซต์แอปพลิเคชันสำหรับการสั่งอาหารโดยใช้ภาษา HTML CSS JavaScript และเก็บข้อมูลไปที่ Database บน Firebase
- Python ทำหน้าที่ ออกแบบ Logic โดยการดึงข้อมูลภาพจากกล้องเพื่อนำไปวิเคราะห์ และช่วยในการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์
- Arduino ทำหน้าที่ ออกแบบระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
- SolidWorks ทำหน้าที่ ออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กและแบบจำลองร้านอาหาร

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- 1.4.1. กำหนดหัวข้อ และ วางแผนงาน
- 1.4.2. ศึกษาหาความรู้ที่จะนำมาใช้ในการทำโปรเจก
- 1.4.3. ออกแบบระบบด้วยการจำลองบนคอมพิวเตอร์
- 1.4.4. ทดสอบระบบบนหุ่นยนต์ต้นแบบ
- 1.4.5. ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับร้านอาหารและจัดการข้อมูลของระบบทั้งหมด
- 1.4.6. การปรับแต่งภาพลักษณ์ของหุ่นยนต์และร้านอาหาร
- 1.4.7. รวบรวมข้อมูลสรุปงานวิจัยและจัดทำรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1. สามารถสร้างระบบจัดเก็บข้อมูลแบบออนไลน์
- 1.5.2. สามารถสร้างเว็บไซต์แอปพลิเคชันสำหรับสั่งอาหาร
- 1.5.3. เข้าใจการใช้ Camera Inspection ในการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์
- 1.5.4. สามารถสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กและแบบจำลองแผนที่ร้านอาหาร
- 1.5.5. สามารถออกแบบระบบควบคุมหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็กสำหรับการเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

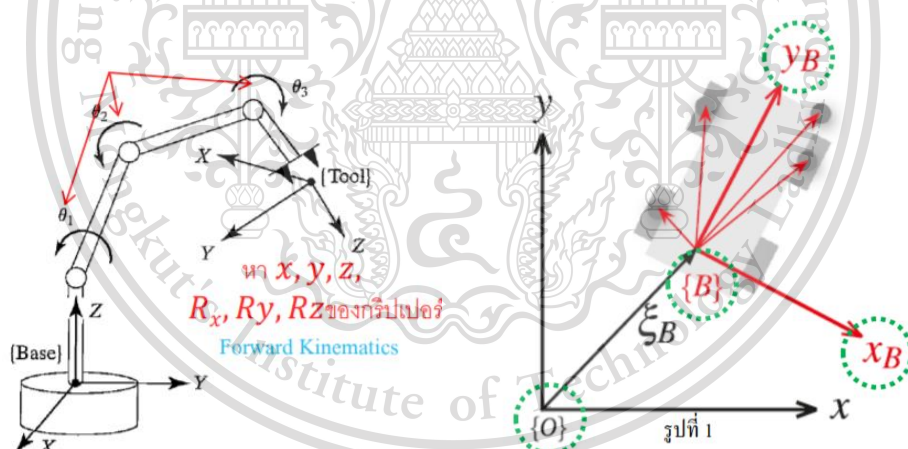
2.1 การจำลองการเคลื่อนที่

การจำลองการเคลื่อนที่ คือ การออกแบบระบบจำลองผ่านสมการคณิตศาสตร์โดยแสดงผลเป็นในรูปแบบกราฟิกเพื่อจำลองการทำงานหรือการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

2.1.1 ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

2.1.1.1 Kinematics เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของวิชากลศาสตร์ (dynamics) ที่กล่าวถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุเชิงเรขาคณิต โดยไม่พิจารณาผลของแรงภายนอกที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ เช่น แรงโน้มถ่วง แรงสนามแม่เหล็ก แรงดึง-ผลักของ สปริง เป็นต้น ดังนั้น คิเนเมติกส์จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ การขจัด (displacement) ความเร็ว (velocity) ความเร่ง (acceleration) ที่ขึ้นกับเวลา (time)

2.1.1.2 Forward Kinematics การคำนวณหาตำแหน่ง (position: x, y, z) และทิศทาง(orientation: R_x, R_y, R_z) ของกริปเปอร์หรือทูล (tool) ของหุ่นยนต์ที่สัมพันธ์กับเวิร์คสเตชันของผู้ใช้งานรู้ค่ามุมของข้อต่อต่างๆ (joint angles : $\theta_1, \theta_2, \theta_3$) ของแขนกล (manipulator)



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง Forward Kinematics

2.1.1.3 Inverse Kinematics การคำนวณหาค่ามุมของข้อต่อต่างๆ ของแขนกลเมื่อกำหนดตำแหน่งและทิศทางของกริปเปอร์หรือทูลของแขนกลที่สัมพันธ์กับเวิร์คสเตชันหรือเบสมาให้

2.1.1.4 pose ถ้าติดโคออร์ดิเนตเฟรมเข้ากับวัตถุ (กรณีเป็นรถ) เราสามารถอธิบายทุกจุดในวัตถุด้วยเวกเตอร์คงที่เทียบกับเฟรมนั้นๆ {B} อีกกรณีหนึ่งคือเราสามารถอธิบาย Position และ Orientation (Position + Orientation = Pose) ของจุด P ใดๆ บนโคออร์ดิเนต {B} เทียบกับโคออร์ดิเนตเฟรมอ้างอิง {O} หรือ เวกเตอร์โคออร์ดิเนตเฟรม โดย Pose ของโคออร์ดิเนตเฟรมจะถูกแสดงด้วยสัญลักษณ์ ξ (ออกเสียงว่า “ไซ”)
 This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

2.2 ระบบควบคุม

2.2.1 นิยามคำศัพท์พื้นฐาน [1]

2.2.1.1 ระบบควบคุม (Control System) หมายถึง การควบคุมระบบหรือสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องการควบคุมให้ได้ค่าผลลัพธ์ในรูปแบบของเอาต์พุตที่ต้องการซึ่งทำได้โดยการป้อนค่าอินพุตให้กับระบบ

2.2.1.2 อินพุต (Input) หมายถึง การสัญญาณเข้าที่ต้องการป้อนให้กับระบบรับรู้ซึ่งอาจแสดงในรูปแบบของสัญญาณทางไฟฟ้า

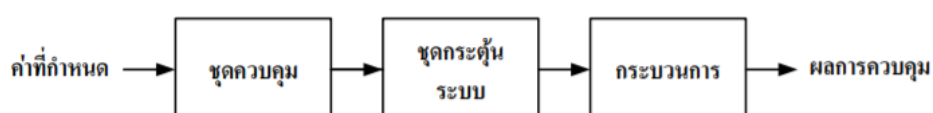
2.2.1.3 ระบบ (System) หมายถึง สิ่งที่ต้องการหรือระบบที่ต้องการควบคุม ซึ่งจะประกอบด้วยชุดควบคุมกระบวนการ (Process) ซึ่งอาจเป็นเครื่องมืออุปกรณ์หรือเครื่องจักร

2.2.1.4 เอาท์พุต (Output) หมายถึง ผลของการทำงานของระบบที่ผ่านการควบคุมซึ่งจะแสดงในรูปแบบ ผลตอบสนองทางกล (Mechanical Response) และผลตอบสนองทางไฟฟ้า (Electrical Response)

2.2.1.5 ดิสเทอบลานซ์ (Disturbance) หมายถึง สิ่งรบกวนที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดผลลัพธ์ทางเอาต์พุตของระบบเปลี่ยนไปซึ่งอาจอยู่ในรูปของสัญญาณรบกวน (Noise Signal) ที่ปนมากับอินพุต ระบบ

2.2.1.6 บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) รูปที่แสดงถึงส่วนประกอบของระบบควบคุมทั้งหมด ตลอดจนแสดงถึงทิศทางการไหลของสัญญาณในระบบนั้นๆ และยังคงแสดงถึงความสัมพันธ์ภายในระหว่างส่วนประกอบแต่ละส่วนของระบบด้วย บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมที่มีขนาดใหญ่หรือซับซ้อนนั้นจะประกอบไปด้วยบล็อกไดอะแกรมหลายๆบล็อก โดยที่แต่ละบล็อกจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนของส่วนประกอบแต่ละส่วนของระบบ และนำบล็อกทั้งหมดมาต่อรวมกันโดยใช้ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของสัญญาณ

2.2.2 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม [2]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ รูปที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบระบบควบคุม
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.2.1 กำหนดเป้าหมายของการควบคุม (Set Point) คือการกำหนดค่าเป้าหมายหรือค่าอ้างอิง (Reference Input) ของการควบคุมงานที่ต้องการ

2.2.2.2 ชุดควบคุม (Controller) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประมวลผลระบบซึ่ง จะประกอบด้วยชุดฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยวงจรรีเลย์ทรอนิกส์และชุดซอฟต์แวร์ประกอบด้วย โปรแกรมคำสั่งเพื่อ ควบคุมการทำงานของระบบ โดยมีเป้าหมายให้เกิดการตอบสนองค่าเอาต์พุตที่ต้องการซึ่งมีทั้งระบบควบคุมที่ เป็นอนาล็อกและระบบควบคุมดิจิทัล

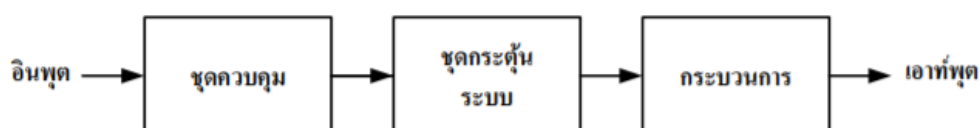
2.2.2.3 ชุดกระตุ้นระบบ (Actuator) คือส่วนที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณควบคุมให้อยู่ในรูปของ สัญญาณที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณควบคุมไปเป็นพลังงาน ต่างๆ ที่ระบบ ต้องการ

2.2.2.4 กระบวนการ (Process) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่ดำเนินการ (Operation) เมื่อได้รับสัญญาณจาก ชุดกระตุ้น

2.2.2.5 ผลการควบคุมระบบ (Output System) คือ ส่วนที่ทำหน้าที่แสดงผลของการควบคุม ระบบ ซึ่งอาจแสดงในรูปแบบผลตอบสนองของระบบทำให้ทราบค่าเสถียรภาพ (Stability) และค่าความคาดเคลื่อน ของระบบ (Error) เพื่อใช้ในการพิจารณาประสิทธิภาพของระบบควบคุม

2.2.3 ประเภทของการควบคุม

2.2.3.1 ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System) คือระบบที่มีการป้อนอินพุตซึ่ง อาจ อยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่ระบบ (System) และได้สัญญาณออกหรือเอาต์พุต โดยไม่มีการนำสัญญาณ ป้อนกลับมาที่ระบบ



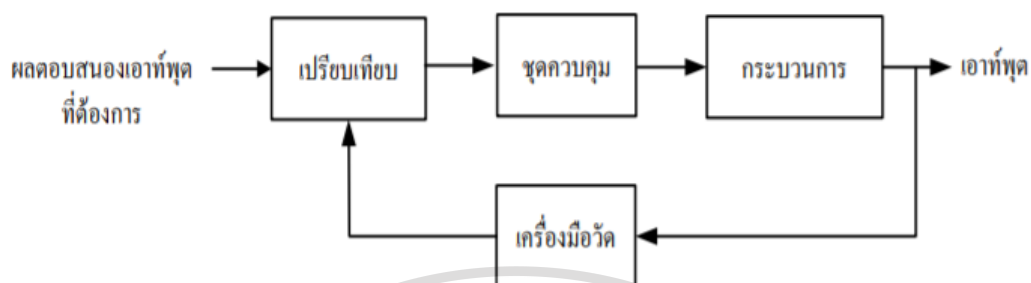
รูปที่ 2.3 แสดงระบบควบคุมแบบเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรู๊ปใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

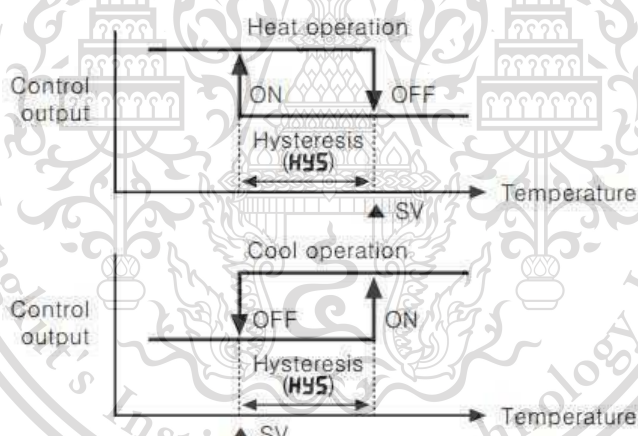
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3.2 ระบบควบคุมแบบปิด (Close Loop Control System) คือระบบที่มีการป้อนอินพุต ซึ่งอาจอยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่ระบบ (System) และมีอุปกรณ์เครื่องมือวัด (Measurement) นำสัญญาณเอาต์พุตป้อนกลับสู่ระบบเพื่อเปรียบเทียบกับผลตอบสนองของสัญญาณเอาต์พุตที่ต้องการ



รูปที่ 2.4 แสดงระบบควบคุมแบบปิด

2.2.3.2.1 ON-OFF Control หรือ Bang-bang Controller เครื่องควบคุมจะสั่งเอาต์พุตทำงานเพียง 2 สถานะเท่านั้น คือ ON และ OFF



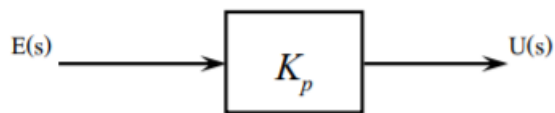
รูปที่ 2.5 แสดง ON-OFF Control

2.2.3.2.2 การควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional control, P-control) การควบคุมระบบแบบป้อนกลับโดยใช้ตัวควบคุมแบบสัดส่วนนั้น สัญญาณควบคุม (u) จะเป็นสัดส่วน โดยตรงกับค่าสัญญาณความผิดพลาด (e) ที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าสัญญาณอ้างอิงกับ สัญญาณเอาต์พุตของ ระบบที่ต้องการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

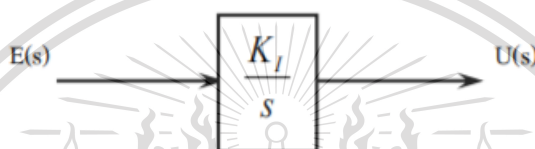
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



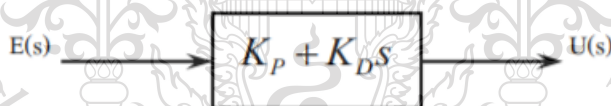
รูปที่ 2.6 แสดงการควบคุมแบบสัดส่วน

2.2.3.2.3 การควบคุมแบบอินทิกรัล (Integral Control) คือการใช้สัดส่วนของขนาดความผิดพลาดและระยะเวลาของความผิดพลาด ผลรวมของความผิดพลาดในทุกช่วงเวลา (ปริพันธ์ของความผิดพลาด)มาควบคุม จากรูปแบบการควบคุมแบบอินทิกรัลนั้นจะเห็นว่า สัญญาณควบคุม $u(t)$ จะมีค่ามากโดยที่สัญญาณความผิดพลาด $e(t)$ มีค่าเป็นศูนย์ในภายหลังเมื่อเวลาผ่านไปแล้ว



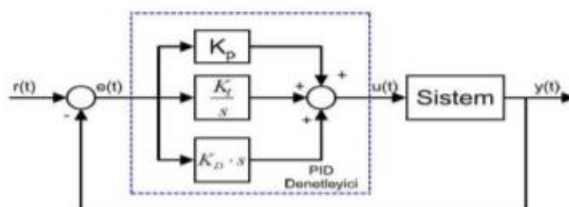
รูปที่ 2.7 แสดงการควบคุมแบบอินทิกรัล

2.2.3.2.4 การควบคุมแบบอนุพันธ์ (Derivative Control)[7] คือการใช้อัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดจากกระบวนการนั้นมาควบคุม



รูปที่ 2.8 แสดงการควบคุมแบบอนุพันธ์

2.2.3.2.5 ตัวควบคุมแบบพีไอดี(PID controller)[8] ประกอบด้วย 3 เทอม คือ Proportion, Integral และ Derivative



รูปที่ 2.9 แสดงการควบคุมแบบพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการแข่งขันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

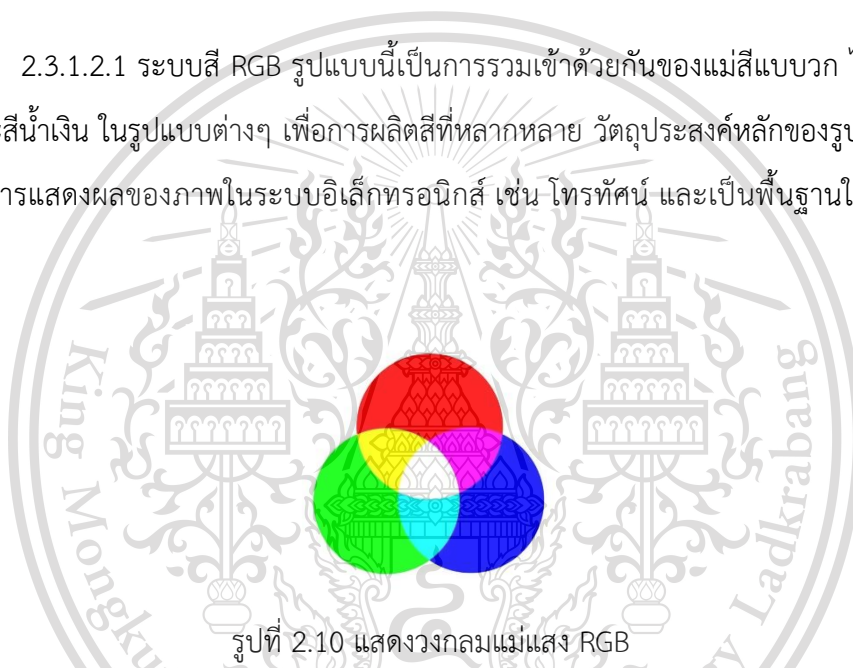
2.3 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

2.3.1 ทฤษฎีสี (Color Theory) [3]

2.3.1.1 แม่สี (Primary Color) คือกลุ่มของแม่สีพื้นฐานที่มนุษย์มองเห็นมี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า ทฤษฎีตัวกระตุ้นสีทั้งสาม และสามารถนำแม่สีมาผสมรวมกันเพื่อทำให้เกิดสีต่างๆ สำหรับการใช้งานของมนุษย์

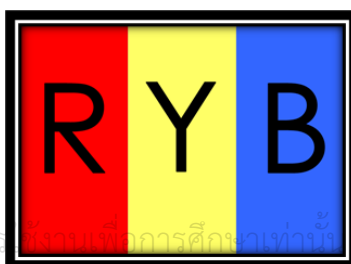
2.3.1.2 ระบบสี (Color System) จะเป็นแบบจำลอง ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งโดยปกติจะเป็นองค์ประกอบของสี 3 หรือ 4 ค่า ผลลัพธ์คือ กลุ่มของสีที่เรียกว่า พื้นที่สี

2.3.1.2.1 ระบบสี RGB รูปแบบนี้เป็นการรวมเข้าด้วยกันของแม่สีแบบวก ได้แก่ แสงสีแดง แสงสีเขียว และสีน้ำเงิน ในรูปแบบต่างๆ เพื่อการผลิตสีที่หลากหลาย วัตถุประสงค์หลักของรูปแบบสี เพื่อการตรวจวัด และการแสดงผลของภาพในระบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรทัศน์ และเป็นพื้นฐานในการรับรู้สีของมนุษย์



รูปที่ 2.10 แสดงวงกลมแม่แสง RGB

2.3.1.2.2 ระบบสี RYB (สีแดง สีเหลือง สีน้ำเงิน)[2] คือรูปแบบมาตรฐานของชุดแม่สีแบบลบที่ใช้สำหรับการผสมสีซึ่งใช้ในงานศิลปะ โดยเฉพาะในงานวาดภาพ สีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน เป็นแม่สีของงานสีมาตรฐาน สีผสมหรือสีขั้นที่ 2 เกิดขึ้นจากการผสมแต่ละสีในปริมาณที่เท่ากัน เช่น สีแดงและสีน้ำเงิน ได้สีม่วง สีแดงและสีเหลือง ได้สีส้ม และสีน้ำเงินและสีเหลือง ได้สีเขียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาก่อนหน้านี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 แสดงระบบสี RYB

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

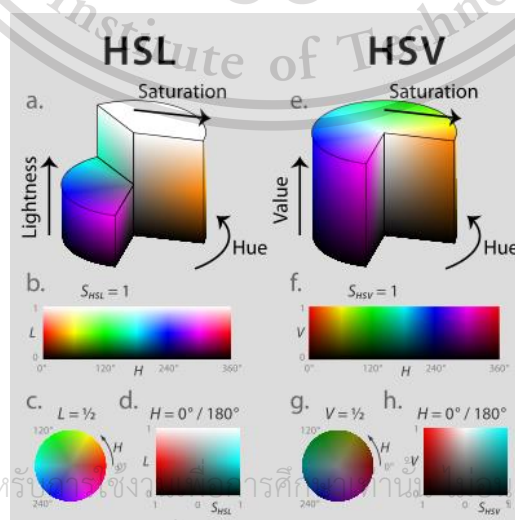
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.1.2.3 ระบบสี CMYK เป็นระบบผสมแม่สีที่ใช้ในงานพิมพ์สีเป็นส่วนใหญ่ แม่สีหมึกที่ใช้ ได้แก่ สีน้ำเงินอมเขียว สีแดงอมม่วง และสีเหลือง สีน้ำเงินอมเขียวจะเป็นส่วนประกอบของสีแดง ทำหน้าที่เสมือนตัวกรองที่ดูดซับสีแดง ปริมาณของสีน้ำเงินอมเขียวที่ใช้กับกระดาษควบคุมปริมาณสีแดง สีแดงอมม่วงจะเป็นส่วนประกอบของสีเขียว และสีเหลืองจะเป็นส่วนประกอบของสีน้ำเงิน การผสมสีหมึก 3 สีนี้ในปริมาณที่แตกต่างกันจะสามารถผลิตสีต่างๆได้กว้างขวาง และหมึกสีดำ K ซึ่งเป็นอักษรย่อสุดท้ายของคำว่า Black เพื่อจะไม่ได้ซ้ำกับคำว่า Blue ที่แปลว่า สีน้ำเงิน



รูปที่ 2.12 แสดงระบบสี CMYK

2.3.1.2.4 ระบบสี HSV และ HSL[4] จากรูปทรงเรขาคณิตของระบบสี RGB จะอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ค่อยถูกต้องกับคุณภาพหรือคุณลักษณะของสีที่มนุษย์มองเห็น คอมพิวเตอร์กราฟิกถูกพัฒนาโดยนักวิจัยที่ใช้แทนระบบสี RGB ได้แก่ ระบบสี HSV และ HSL และมีการใช้อย่างแพร่หลายในคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นซอฟต์แวร์การแก้ไขภาพ HSV และ HSL จะปรับปรุงระบบที่เป็นรูปบาศก์ของระบบสี RGB ด้วยการจัดเรียงแต่ละสี ในแนวรัศมีรอบแกนกลางของสีที่เป็นกลาง ซึ่งจะมีสีดำอยู่ที่ด้านล่างและมีสีขาวอยู่ที่ด้านบน สีที่สดใสเต็มที่ของแต่ละสีจะอยู่ในวงกลมเป็นวงล้อสี



รูปที่ 2.13 แสดงระบบสี HSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น การนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.2 Pixel

Pixel มาจากคำว่า picture (ภาพ) กับคำว่า Element (พื้นฐาน) คือ หน่วยพื้นฐานซึ่งเล็กที่สุดของภาพดิจิทัล เทียบได้กับจุดสีของภาพ 1 จุด หลากหลายสี หลากๆจุดที่เรียงชิดติดกันถูกรวมกันทำให้เกิดเป็นภาพนั่นเอง แต่ 1 Pixel จะเป็นสีหนึ่งสีใดเพียงสีเดียวเท่านั้นจะมีสีอื่นไม่ได้ เนื่องจากว่าเป็นส่วนที่เล็กที่สุดของการแสดงผลพิกเซลนั้นมีความสำคัญต่อการสร้างกราฟฟิกของคอมพิวเตอร์มาก เพราะทุกๆส่วนของกราฟฟิก เช่น จุด เส้น แบบลายและสีของภาพ ล้วนเกิดจากพิกเซลทั้งสิ้น

2.3.3 ชนิดของภาพ

2.3.3.1 Binary Image ไบนารีในทางดิจิทัลหมายถึงว่ามีเพียง 2 สถานะคือ 0 และ 1 ซึ่งภาพไบนารีก็จะมีแค่ความเข้ม 2 ค่าเท่านั้นคือ 0 และ 1 หมายความว่า พิกเซลใดที่มีค่าเป็น 0 ก็จะมีสีดำ และ พิกเซลใดที่มีค่าเป็น 1 ก็จะมีสีขาว

2.3.3.2 Grayscale Image ภาพเกรย์สเกลหรือภาพระดับสีเทา พุดง่ายๆก็ภาพขาว-ดำ-เทา โดยจะมีระดับความเข้มของสีเทาคือ 0-255 (8 bit) ภาพเกรย์สเกลเกิดจากการแปลงภาพสี RGB มาเป็นภาพ Grayscale โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ดังนี้ $Gray = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B$ โดยที่ Gray ค่าความเข้มของสีเทาโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255 R : ค่าความเข้มของสีแดงโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255 G : ค่าความเข้มของสีเขียวโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255 B : ค่าความเข้มของสีน้ำเงินโดยจะมีค่าระหว่าง 0-255



รูปที่ 2.14 แสดงตัวอย่าง Grayscale Image

2.3.3.3 RGB IMAGE ภาพในระบบสี RGB ก็หมายความว่ามีความถี่ขนาด 2D ซ้อนกันจำนวน 3 เมตริกซ์ ซึ่งก็คือค่าความเข้มแสงในสีต่างๆ คือสีแดง(R),สีเขียว(G),สีน้ำเงิน(B) ภาพสีในระบบ RGB จะมีจำนวนบิตต่อพิกเซลคือ 24 บิต หมายความว่าสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 สี จำนวนบิตของข้อมูล

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ในแต่ละพิกเซลนั้นจะเป็นตัวกำหนดความแตกต่างของระดับสีซึ่งถ้าข้อมูลในพิกเซลนั้นมี 8 บิตก็หมายความว่า 8 บิต = $2^8=256$ สี (0-255)

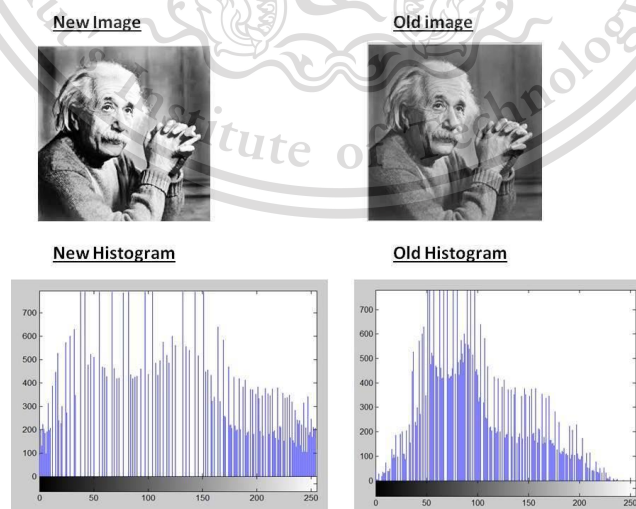
2.3.4 การปรับปรุงและแก้ไขภาพ [4]

2.3.4.1 Image Implement การทำ Complement ภาพส่วนประกอบของภาพไบนารี ค่าศูนย์เป็นหนึ่ง ค่าหนึ่งเป็นศูนย์ หรือการคอมพลิเมนต์ภาพสีเทาหรือภาพสี ค่าของแต่ละ Pixel จะถูกลบออกจากราคาพิกเซลสูงสุด และความแตกต่างนี้จะถูกนำมาใช้เป็นค่าพิกเซลในภาพเอาต์พุต โดยที่ภาพ Output บริเวณที่มีมืดจะกลีบกลายเป็นสว่าง และพื้นที่ส่วนสว่างจะกลีบกลายเป็นที่มืด



รูปที่ 2.15 แสดงตัวอย่าง Image Implement

2.3.4.2 Histogram การที่เราจะปรับภาพสีเทาที่ความเข้มชั้นสูงจนอาจจะมีดมัวให้สว่างขึ้น การฮิสโตแกรมภาพ คือ แ่งความถี่ที่เรียงเป็นเส้นกราฟแ่งแสดงความเข้มของสีที่อยู่ในภาพดำซึ่หรือภาพสีเทา



รูปที่ 2.16 แสดงตัวอย่าง Histogram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ส่วนตัวเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

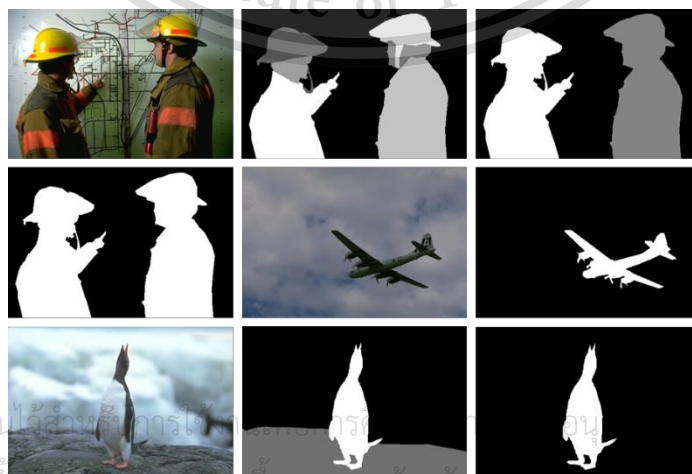
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.4.2.1 Histogram Equalization การปรับความคมชัดของภาพ โดยการกระจายแท่งฮิสโตแกรมของภาพหรือความเข้มในภาพดำซัน หรือภาพสีเทาให้เท่าเทียมกัน จะทำให้ภาพนั้นสว่างขึ้นและมีความคมชัดเพิ่มขึ้น เรียกว่า วิธีอีควาไลเซชันฮิสโตแกรม

2.3.4.2.2 Histogram Stretching Or Contrast Stretching เพื่อปรับปรุงความสว่างและความคมชัดของภาพ สามารถทำงานกับภาพสี สีเทา และภาพดำซัน การใช้วิธีการยืดภาพเพื่อเพิ่มความคมชัดจากภาพเดิมที่มีค่าสีเทาอยู่ในช่วงแคบๆโดยมันจะค้นหาค่าต่ำสุดและสูงสุด และกระจายออกจนเต็มค่าระดับสีเทา หรือการยืดฮิสโตแกรมของสีแดง สีเขียว และสีฟ้า จนเต็มช่วงของความคมชัด จะได้ภาพที่มีความสว่างและความคมชัดมากขึ้น

2.3.4.3 Image Segmentation การแยกบริเวณของภาพ ซึ่งการแยกบริเวณนั้นจะทำให้ได้ภาพที่เป็นวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลัง ที่จะทำให้ทราบว่าในภาพมีวัตถุอยู่ที่ขึ้นและพิกเซลใดเป็นของวัตถุขึ้นใด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวถือเป็นพื้นฐานของการประมวลขั้นสูงที่จะนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่อไปและจะพบว่าวิธีการแยกบริเวณนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ด้วยกันคือ การแยกบริเวณด้วยการใช้ค่าเทรชโพลด์ หรือ ที่เรียกว่า Region based segmentation และอีกวิธีหนึ่งคือ การแยกบริเวณด้วยขอบวัตถุที่ตรวจจับได้ด้วยตัวตรวจจับขอบซึ่งเรียกกันว่า Edge based segmentation และเนื่องจากในการตรวจสอบชิ้นงานด้วยภาพแบบอัตโนมัตินั้นจะเป็นการทำงานที่มีแสงกระจายตัวอยู่อย่างสม่ำเสมอทำให้ภาพที่ได้จะมีบริเวณที่เป็นวัตถุและพื้นหลังที่มีความเข้มแสงแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน ด้วยสาเหตุดังกล่าวจึงทำให้การแยกบริเวณด้วยวิธีแรกสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุดนอกจากนั้นจะพบว่า ด้วยวิธีการแยกบริเวณวิธีแรกจะทำให้สามารถทราบถึงบริเวณทั้งหมดของวัตถุแต่ละชิ้นซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปคำนวณลักษณะ ต่างๆของวัตถุได้ง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่ควรนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่าง Image Segmentation

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.4.4 Thresholding การทำเทรชโฮลด์ การกรองภาพและการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการต่างๆแล้วทำการแปลงให้เป็นภาพเทา การแยกรอยต่อของวัตถุและพื้นหลังของวัตถุให้ออกจากกัน วิธีการที่ง่ายที่สุดของการแยกส่วนของข้อมูลภาพเรียกว่า การทำเทรชโฮลด์ การทำเทรชโฮลด์เป็นขั้นตอนง่ายๆในการแยกส่วนของภาพ จากการนำภาพสีมาทำการแปลงให้เป็นภาพสีเทา แล้วทำภาพเทามาทำให้เป็นภาพไบนารีหรือภาพขาวดำ โดยใช้คำสั่งการทำเทรชโฮลด์ เพื่อปรับปรุงภาพขาวดำให้มีความชัดเจนตามที่ต้องการ ในกระบวนการทำเทรชโฮลด์ วิธีที่นิยมอย่างแพร่หลายที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ วิธีการแบบโอตส์



รูปที่ 2.18 แสดงตัวอย่าง Thresholding

2.3.4.4.1 Otsu's Method การทำฮิสโตแกรมและการทำเทรชโฮลด์อัตโนมัติ หรือ ลดความเข้มของแสงสีเทาเพื่อเปลี่ยนเป็นภาพไบนารี วิธีการทำงานโดยสมมติฐานว่าภาพที่จะทำเทรชโฮลด์มีพิกเซล 2 ชั้น หรือเป็นรูปแบบฮิสโตแกรม เช่น มีพื้นหน้าและพื้นหลัง นั่นคือ ทำการคำนวณแยกค่าเทรชโฮลด์ทั้ง 2 ชั้นให้เหมาะสม แล้วรวมการแพร่กระจายของพวกมันในระดับต่ำ

2.3.4.5 การกรองข้อมูลภาพ (Image Filtering) คือการนำภาพไปผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมา ภาพผลลัพธ์ที่ได้จะมีคุณสมบัติแตกต่างจากภาพเริ่มต้น วัตถุประสงค์หลักของการกรองข้อมูลภาพคือการเน้น (enhance) หรือลดทอน (attenuate) คุณสมบัติบางประการของภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามต้องการ

2.3.4.5.1 การกรองค่าเฉลี่ย (Mean Filtering) ตัวกรองภาพความถี่ต่ำผ่าน เป็นวิธีการที่ง่ายในการกรองภาพให้ราบเรียบ เป็นการลดระดับความเข้มต่างระหว่างพิกเซลและใช้เพื่อลดรอยต่อในภาพทำให้ภาพเบลอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

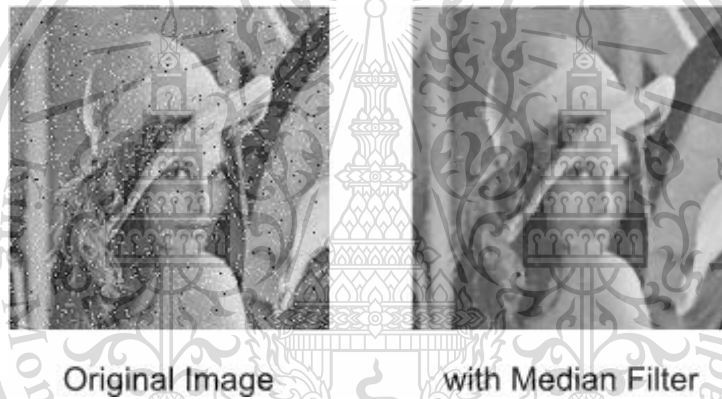
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.19 แสดงตัวอย่างการกรองค่าเฉลี่ย

2.3.4.5.2 การกรองค่ามัธยฐาน (Median Filtering) การกรองค่ามัธยฐานจะมีความไว้น้อยกว่าการกรองค่าเฉลี่ย จึงดีกว่าในการกำจัดสัญญาณรบกวนแบบสุ่ม สามารถลดความเบลอของขอบภาพได้ดี จึงไม่ลดความคมชัดของภาพ ใช้ได้ดีเป็นพิเศษกับสัญญาณรบกวนที่มีลักษณะเป็นจุดสีขาวและสีดำกระจายอยู่บนภาพ และด้วยเหตุนี้มักจะใช้ในการใช้งานการมองเห็นของคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.20 แสดงตัวอย่างการกรองค่ามัธยฐาน

2.3.4.5.3 ตัวกรองแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filter) การใช้ฟังก์ชันแบบเกาส์เซียน จะเป็นผลให้ภาพมีความเบลอ ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายใน Software Graphic โดยทั่วไปเป็นการลดสัญญาณรบกวนและลดรายละเอียดของภาพ



รูปที่ 2.21 แสดงตัวอย่างการกรองแบบเกาส์เซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ การใช้งานเพื่อการศึกษาดูเท่านั้น โปรดอย่านำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.4.5.4 การกรองความคมชัด (Sharpening Spatial Filters) คือ ต้องการเน้นรายละเอียดในภาพ หรือ การปรับปรุงส่วนรายละเอียดของภาพ ลดความเบลอในภาพ และเน้นขอบภาพ เช่น ภาพที่เบลอที่เกิดจากการเคลื่อนไหว ความผิดพลาด หรือผลโดยทางธรรมชาติของการได้มาซึ่งข้อมูลภาพ หรือ มาจากสัญญาณรบกวนอื่นๆ

2.3.4.6 กระบวนการบูรณภาพ (Image Restoration) การดำเนินการเพื่อเอาการเสียหายของภาพหรือสัญญาณรบกวน (Noise) ออกจากภาพต้นฉบับ ความเสียหายมาจากไหนบ้าง มาจากการพรั่มัวจากการสั่น สัญญาณรบกวน การปรับโฟกัสของกล้องผิด ความเสียหายจากความประมาท ภาพมีริ้วรอย ความสกปรก รอยขีดข่วน



รูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างการบูรณภาพ

2.3.4.6.1 สัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian Noise) หรือ สัญญาณรบกวนแบบขยาย หรือ สัญญาณรบกวนแบบปกติ

2.3.4.6.2 สัญญาณรบกวนแบบอิมพัลส์ (Impulse Noise) หรือเรียกว่า สัญญาณรบกวนแบบจุดขาวดำ (Salt and Pepper) สัญญาณรบกวนแบบนี้จะเป็นจุดดำในพื้นที่สว่างและจุดขาวในพื้นที่มืดปรากฏในภาพ

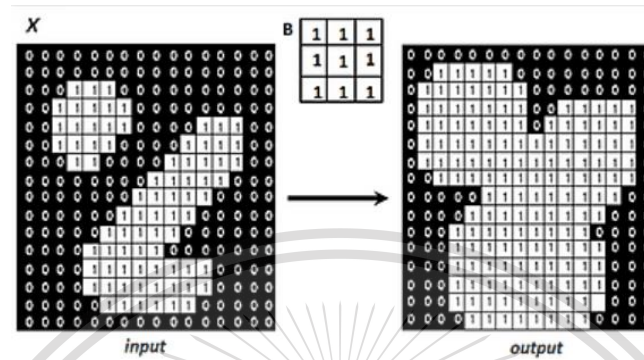
2.3.4.7 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ(Image Morphology) คือ เป็นการประมวลผลภาพ ชนิด Non-linear ที่สำคัญในการประมวลผลโดยเฉพาะภาพ binary หรือ ภาพ Gray-scale ที่มีลักษณะมีแนวโน้มที่จะเป็น binary โดยเน้นเรื่องรูปแบบ(form) และ โครงสร้าง(Structure) เพื่อการเปลี่ยนรูปร่างของวัตถุในภาพ ในกระบวนการ Morphological Operation ประกอบด้วย Operation พื้นฐานที่สำคัญ 2 ตัว คือ Erosion และ Dilation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

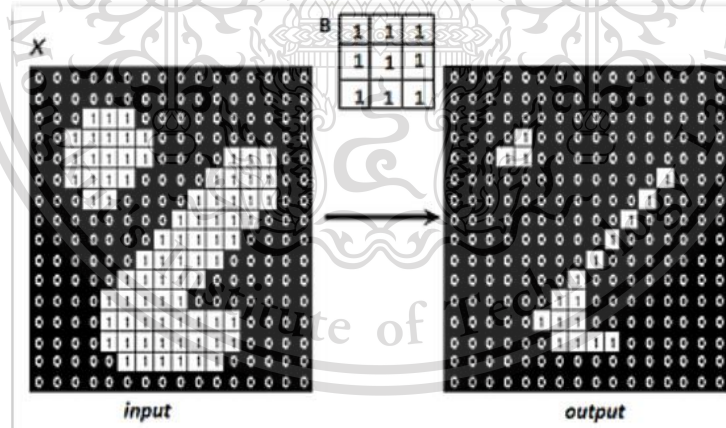
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3.4.7.1 Dilation คือ การขยายภาพเป็นลักษณะของการเพิ่มข้อมูลภาพตามลำดับตลอดทั้งภาพ โดยจะเป็นเพิ่มส่วนสีขาวหรือขนาดของวัตถุเบื้องหน้า (Foreground) ปกติในกรณีการลด Noise นั้นจะใช้ Erosion ขยายและลดภาพสีขาวลง และจะทำให้วัตถุหดตัวลงโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับการเพิ่มจุดที่เสียหายไป



รูปที่ 2.23 แสดงการ Dilation

2.3.4.7.2 Erosion คือ การย่อภาพเป็นลักษณะของการลบข้อมูลภาพบริเวณขอบของภาพ โดยทั้งหมดที่อยู่ใกล้เคียงนั้นจะโดนลบออกไปตามขนาดของ kernel ดังนั้นความหนาหรือขนาดของวัตถุข้างหน้าจะลดลง(หรือพื้นที่ที่มีสีขาวก็จะลดลง) และสิ่งนั้นจะเป็นประโยชน์ด้านการลด noises ออก



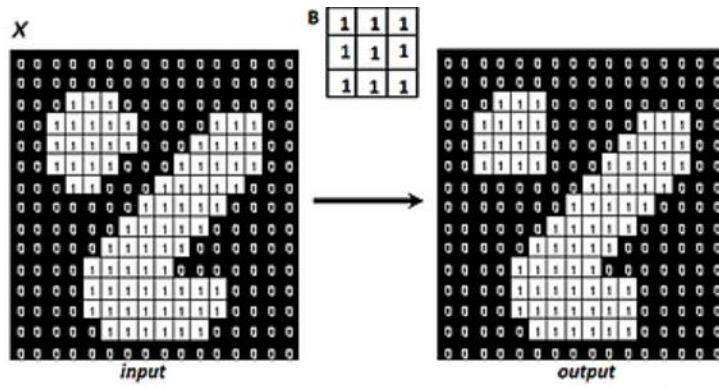
รูปที่ 2.24 แสดงการ Erosion

2.3.4.7.3 Opening นิยามของ opening ง่ายๆ คือเอา image มา erode แล้วค่อย dilate ใช้ในการลบ noise (เพราะว่า noise หายไปตอน erode แต่ขนาดของวัตถุเล็กลงก็เอาคืนด้วยการ dilate) ใช้ในการลบขอบที่ยื่นๆ ของวัตถุด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

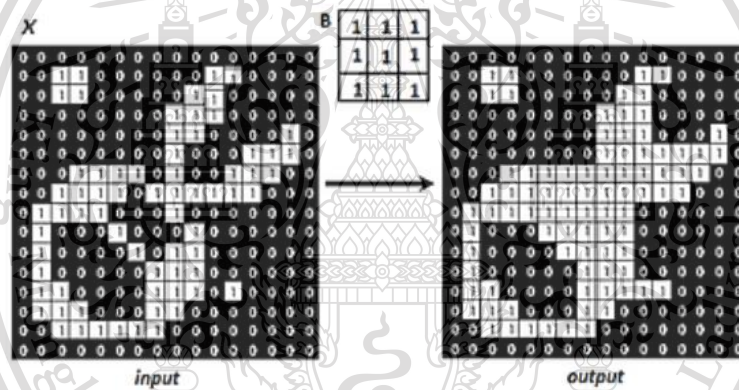
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.25 แสดงการ Opening

2.3.4.7.4 Closing ตรงข้ามกับ opening คือการนำ image มา dilate แล้ว ค่อย erode ใช้ในการลบ small holes (หายไปตอน dilate แล้วลดขนาดวัตถุที่บวมขึ้นมาด้วย erode) สามารถใช้ในการ เชื่อมวัตถุที่แยกจากกัน(เพราะ noise)



รูปที่ 2.26 แสดงการ Closing

2.3.4.7.5 Gradient จะแตกต่างจากฟังก์ชัน dilation และ erosion โดยจะได้ผลผลที่แตกต่างออกไป ซึ่งเป็นการนำภาพที่ dilate(บวม) มาลบด้วยภาพที่ erode(หด) ผลลัพธ์ที่ได้ก็จะเป็นขอบของภาพใช้ในการ detect edge



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปะรูปที่ 2.27 แสดงการ Gradient

2.3.4.7.6 Top Hat ใช้ในการ isolate patch ที่สว่างกว่ารอบๆ ข้างโดย top hat คือ ภาพต้นฉบับมาลบด้วย opening (noise หาย ขอบยื่นๆ หาย ส่วน) ภาพที่ได้คือส่วนที่เป็นขอบยื่นๆ ที่หาย กับ noise ที่หายไปนั่นเอง ซึ่ง noise ในที่นี้คือพื้นที่สว่างถูก isolate (ไม่มีวัตถุ background สีขาว วัตถุสีดำ)



รูปที่ 2.28 แสดงการ Top Hat

2.3.4.7.7 black hat ใช้ isolate patch ที่มีมืดกว่ารอบๆ ข้างโดย black hat ก็คือการนำ closing (ภาพที่ holes หายไป และวัตถุ connected กับแล้ว) ลบด้วย ภาพต้นฉบับ ทำให้กลุ่ม patch ที่มีมืด(dark holes) ถูกแยกออกมา



รูปที่ 2.29 แสดงการ black hat

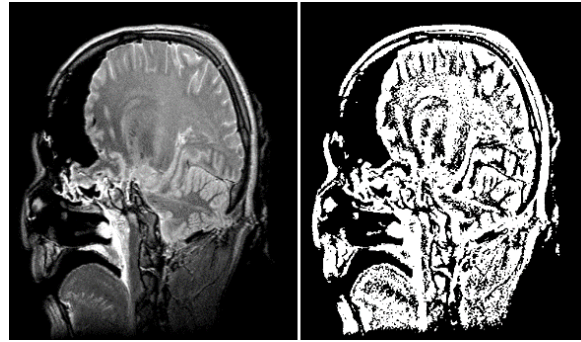
2.3.5 Image Segmentation

กระบวนการของการแบ่งภาพดิจิทัลออกเป็นส่วนๆ หรือ ตรวจสอบจับขอบเพื่อค้นหาตำแหน่งและขอบเขตของวัตถุในภาพ เช่น เส้นตรง และเส้นโค้ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

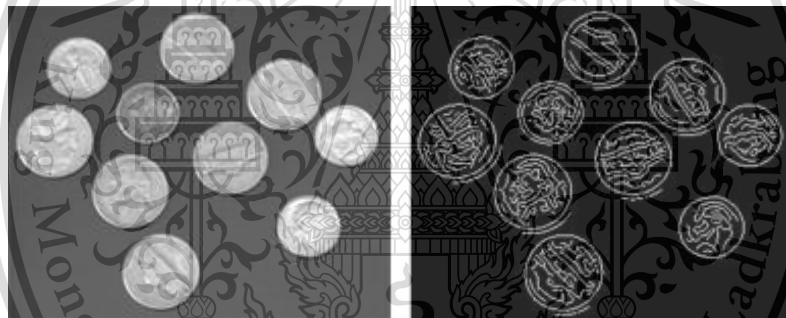
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.30 แสดงตัวอย่าง Image Segmentation

2.3.5.1 การหาขอบภาพ (Edge Detection) การหาขอบภาพของวัตถุในภาพเป็นวิธีการหนึ่งในการแยกส่วนของข้อมูลภาพ และเป็นขั้นตอนพื้นฐานของการแยกส่วนเทคนิคอื่นๆ เช่น การวิเคราะห์ภาพ การจดจำรูปแบบภาพ และเทคนิคการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ โดยที่ขอบเขตพื้นที่และขอบภาพจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด เมื่อหาเส้นรอบรูปของภาพได้แล้ว เราจะปรับความคมชัดและความเข้มที่รอยต่อของขอบเขตพื้นที่เพราะภาพที่เราได้มาจะมีคุณภาพที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.31 แสดงการหาขอบภาพ

2.3.5.2 การตรวจจับเส้นของภาพ (Line Detection Image)[24] เส้นของภาพ คือ กลุ่มที่เชื่อมต่อกันของพิกเซลจนเป็นแนวขอบเดียวกัน และมุมของภาพ คือ กลุ่มของเส้นแนวขอบ 2 เส้น ที่ไม่ขนานกันมาต่อกัน การตรวจจับเส้นของภาพมีพื้นฐานของการแยกโครงสร้างของภาพตามขั้นตอนของการประมวลผลภาพ ได้แก่ การทำให้ภาพเรียบ การตรวจจับขอบภาพ การทำให้ขอบภาพบาง การเชื่อมโยงขอบภาพ และการแก้ไขเส้นของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.32 แสดงการตรวจจับเส้นของภาพ

2.4 การเขียนโปรแกรม

2.4.1 การโปรแกรมแบบขนาน (Parallel Programming) [5] โปรแกรมต่างๆในปัจจุบันนี้จะถูกพัฒนาและประมวลผลแบบลำดับ ซึ่งการประมวลผลนั้นจะประมวลผลบนหน่วยประมวลผลกลางแบบแกนเดียวและชุดคำสั่งจะประมวลต่อกันไปและ ตามลำดับที่กำหนดไว้ ซึ่งจะเห็นว่าหน่วยประมวลผลกลางตัวอื่นๆยังสามารถมาใช้งานได้ ในกรณีที่ เครื่องคอมพิวเตอร์นั้นมีหน่วยประมวลผลหลายแกน การประมวลผลแบบขนาน สามารถ แก้ปัญหาให้สามารถ ทำงานบนหน่วยประมวลผลกลางหลายแกนได้พร้อมๆกัน หรือประมวลผลคำสั่ง พร้อมๆกันบนหน่วยประมวลผลกลางแบบแกนเดียวได้

2.4.1.1 Shared memory (without threads) ในการพัฒนาโปรแกรมแบบนี้จะเป็นการแบ่งปันหรือใช้งานหน่วยความจำร่วมกันและมีการอ่านเขียนได้โดยไม่ต้องรอร่างาน อื่นจะทำงานเสร็จหรือไม่ ดังนั้นข้อดีก็คือไม่มีงานใดเป็นเจ้าของหน่วยความจำแต่ จะมีปัญหาเรื่องการจัดการการล๊อคหน่วยความจำ

2.4.1.2 Threads การเขียนโปรแกรมนี้จะเป็นการประมวลผลครั้งเดียวแต่สามารถแบ่งงานย่อยๆแล้วประมวลผลพร้อมกันได้ ทำให้เขียนโปรแกรมง่าย โดย Thread แต่ละตัว ของหน่วยประมวลผลกลางเดียวกันจะทำงานแตกต่างกันแต่มีความเกี่ยวข้องกัน บางอย่างและต้องทำงานอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน ซึ่งก็มีข้อจำกัดในการ จัดการล๊อคทรัพยากรที่ใช้ในการประมวลผล

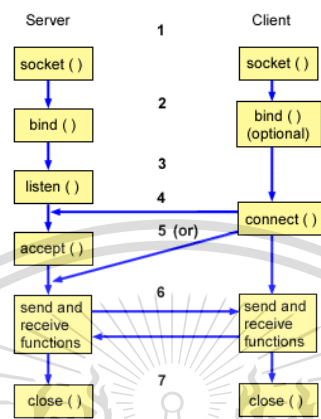
2.4.1.3 Distributed memory / message passing การเขียนโปรแกรมแบบนี้ จะให้ชุดคำสั่งของที่ประมวลให้ใช้หน่วยความจำของตัวเองหรือจะกระจายงานให้กับ หน่วยประมวลผลกลางอื่นๆก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ 2.4.1.4 Data parallel ในการเขียนโปรแกรมโดยจะใช้การแบ่งข้อมูลแล้วนำไปประมวลผลบนการคำนวณว่าหน่วยประมวลผลกลางโดยชุดคำสั่งที่ต้องประมวลผลจะต้องมีโครงสร้างเดียวกันของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.2 Socket Programming นั้นเป็นการเขียนโปรแกรมที่ใช้ Socket เป็นช่องทางที่ใช้สำหรับการรับส่งข้อมูลกันระหว่างเครื่องหรือโปรแกรม โดยอาจจะเป็นระหว่าง server กับ client ซึ่งการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ทั้งสองทางและเก็บสถานะการติดต่อแต่ละครั้งเอาไว้ได้ ในขณะที่ถ้าเป็นการรับส่งข้อมูลแบบ REST จะไม่จำสถานะการติดต่อของแต่ละครั้ง และการติดต่อต้องเริ่มจากฝั่งใดฝั่งหนึ่งเท่านั้น



รูปที่ 2.33 แสดง Socket Programming

2.4.3 OOP (Object Oriented Programming) [6] เป็นวิธีการเขียนโปรแกรม โดยอาศัยแนวคิดของวัตถุชิ้นหนึ่ง มีความสามารถในการปกป้องข้อมูล และการสืบทอดคุณสมบัติ ซึ่งทำให้แนวโน้มของ OOP ได้รับการยอมรับและพัฒนามาใช้ในระบบต่าง ๆ มากมาย เช่น ระบบปฏิบัติการ วินโดวส์ เป็นต้น

2.4.3.1 อินเทอร์เฟซ (Interface) หมายถึง การเชื่อมต่อ ถ้าเป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ จะเรียกการเชื่อมต่อนั้นว่า ยูสเซอร์อินเทอร์เฟซ (User Interface) แต่ในการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ การเชื่อมต่อยังรวมไปถึงวัตถุ (Object) เพราะในวัตถุจะต้องมีอินเทอร์เฟซ อันเป็นส่วนที่วัตถุนั้น ๆ จะให้บริการหรือเป็นส่วนที่บอกว่าวัตถุนั้น ๆ สามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งบางครั้งเรียกว่า เมธอด (Method)

2.4.3.2 การซ่อนรายละเอียด (Encapsulation) ส่วนประกอบของวัตถุตามแนวความคิดการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ จะต้องประกอบไปด้วยสองส่วนเป็นอย่างน้อย คือ ส่วนของคุณสมบัติใช้เก็บข้อมูลรายละเอียด สถานะ โดยใช้ตัวแปรเก็บค่าต่าง ๆ ไว้ และส่วนของเมธอดที่เป็นตัวเชื่อมการทำงานของวัตถุนั้น ๆ โดยผู้ใช้จะไม่สามารถติดต่อใช้งานกับตัวแปรที่อยู่ข้างในได้

2.4.3.3 การนำวัตถุมาใช้ใหม่ (Reuse the Object) จุดประสงค์ใหญ่ของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ก็คือ การนำส่วนต่าง ๆ ของวัตถุที่สร้างขึ้นกลับมาใช้ใหม่หรือที่เรียกในภาษาอังกฤษว่า “Reuse” เมื่อไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ผู้เขียนโปรแกรมสร้างวัตถุมีจำนวนมากพอก็สามารถนำวัตถุที่สร้างขึ้นมาประกอบเป็นวัตถุใหม่ หรือที่เรียกว่า คอมโพสิชัน “Composition”

2.4.3.4 รากฐานของการพ้องรูป (Polymorphism) ก็คือ การถ่ายทอดคุณสมบัติ เพราะถ้าไม่มีการถ่ายทอดคุณสมบัติก็จะไม่เกิดสภาวะการพ้องรูป การถ่ายทอดคุณสมบัติเป็นเครื่องมือยืนยันได้ว่าคลาสลูกที่เกิดจากคลาสมแม่เดียวกันย่อมมีคุณสมบัติเหมือนกัน

2.4.4 Errors [7]

2.4.4.1 Syntax Errors เมื่อคุณเขียนโปรแกรมไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของภาษาจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นขณะที่โปรแกรมได้ทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดของคุณหรือเราเรียกว่า Syntax errors

2.4.4.2 Exception นั้นแตกต่างจากข้อผิดพลาดก่อนหน้านี้ มันสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อโปรแกรมของคุณทำงานบางอย่าง เช่น การหารด้วยศูนย์ การใช้งานตัวแปรที่ไม่ได้ประกาศไว้ หรือการแปลงข้อมูลคนละประเภทกัน โดยพื้นฐานของภาษาแล้ว ข้อผิดพลาดส่วนมากไม่ได้รับการจัดการอัตโนมัติ ดังนั้นคุณจำเป็นต้องจัดการกับมันเอง

2.4.4.2.1 Handling Exceptions เมื่อเกิด Exception ขึ้นโปรแกรมจะหยุดการทำงานในทันที ดังนั้นเพื่อให้โปรแกรมของเราสามารถทำงานต่อไปได้ เราจำเป็นต้องจัดการกับ Exception เหล่านั้นซึ่งในภาษา Python มีรูปแบบในการจัดการกับ Exception จะใช้คำสั่ง try ... except

2.4.4.2.2 Raising Exceptions ในภาษา Python มี build-exception ที่จะเกิดขึ้นโดยพื้นฐานเมื่อโปรแกรมมีข้อผิดพลาดขึ้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมเมอร์สามารถสั่งให้เกิด Exception ขึ้นเองได้โดยการใช้คำสั่ง raise

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

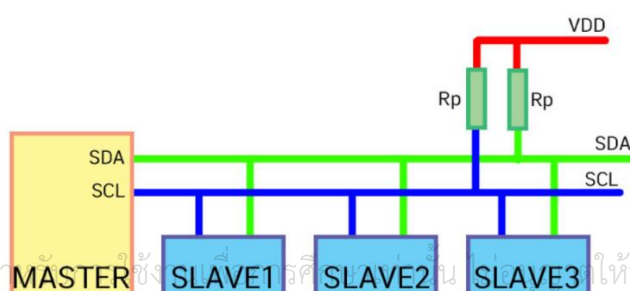
2.5 การสื่อสาร

2.5.1 การสื่อสารแบบขนาน [8] คือการใช้สาย 1 เส้น แทนบิตข้อมูล 1 บิต โดยทั่วไปแล้วมักจะนิยมใช้งานแบบ 4 บิต 7 บิต และ 8 บิต โดยจะมีสาย 1 เส้นเป็นสายควบคุมที่บอกว่าจะให้รับข้อมูลเขาไปเมื่อใด ข้อดีของการสื่อสารรูปแบบนี้คือมีความเร็วที่สูงมาก และมีข้อเสียคือใช้สายจำนวนมากในการสื่อสาร

2.5.2 การสื่อสารแบบอนุกรม [9] [10] คือการใช้สาย 1 เส้นรับ-ส่งข้อมูลแบบต่อเนื่อง โดยอาศัยเทคนิคต่าง ๆ ในการสื่อสาร เช่นการใช้สัญญาณทรiggerเพื่อรับข้อมูลเข้า การใช้บิตเริ่มต้นกำหนดการรับข้อมูล โดยอาจจะอาศัยและไม่อาศัยเวลาในการทำงาน ทั้งนี้การสื่อสารแบบอนุกรมสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ

2.5.2.1 แบบซิงโครนัส (Synchronous) – เป็นการสื่อสารที่ใช้สายสัญญาณข้อมูลอย่างน้อย 1 เส้น และมีสายอีก 1 เส้นกำหนดจังหวะการรับข้อมูล ข้อดีของการสื่อสารแบบนี้คือการรับส่งข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยหรือไม่มีความผิดพลาดเลย แต่ข้อเสียคือต้องใช้สายสัญญาณอย่างน้อย 2 เส้นในการสื่อสาร โดยโปรโตคอลที่ทำงานแบบซิงโครนัสได้แก่ I2C I2S และ SPI

2.5.2.1.1 I²C (Inter-Integrated Circuit – IIC) เป็นการสื่อสารแบบ Serial รูปแบบหนึ่ง ถูกคิดค้นขึ้นใน ค.ศ.1982 โดย Philip semiconductor (ปัจจุบันคือ NXP Semiconductors) โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้รับส่งข้อมูลความเร็วต่ำระหว่างอุปกรณ์ มีจุดเด่นคือเชื่อมต่อแบบบัสสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น จึงช่วยลดปริมาณของสายสัญญาณ และอุปกรณ์มีขนาดเล็ก โดยสายสัญญาณ 2 เส้นนั้น คือ SCL มีหน้าที่ส่งสัญญาณนาฬิกาเพื่อใช้สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งความเร็วนี้ตามมาตรฐานคือ 100kHz และมีโหมดอื่นคือ Fast Mode มีความเร็วสูงสุด 400kHz, Hi-Speed Mode มีความเร็วสูงสุด 3.4MHz และ Ultra Fast Mode มีความเร็วสูงสุดที่ 5MHz โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัวก็จะมีความเร็วของสัญญาณนาฬิกาต่างกัน (บอร์ด Arduino หรือ STM ที่เราใช้กันทั่ว ๆ ไปนี้ส่วนมากจะรองรับความเร็ว Standard และ Fast Mode เท่านั้น) SDA เป็นสายที่ใช้รับส่งข้อมูลที่ต้องการจะสื่อสาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ห้ามเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.34 แสดงการสื่อสารแบบ I²C

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.5.2.1.2 I2S หรือ I12 ชื่อเต็มคือ Inter-IC Sound เป็นอินเตอร์เฟสการสื่อสารส่งข้อมูลเสียงในอุปกรณ์บนวงจรเดียวกัน ซึ่งมาตรฐานนี้มันเกิดมาตั้งแต่ยุค 1986 ของ CD-Audio ซึ่งการใช้ DAC ร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จำเป็นต้องมีตัวแปลงสัญญาณจาก USB มาเป็น I2S เพื่อส่งข้อมูลไปให้ชิพ DAC แปลงสัญญาณดิจิทัลให้เราได้ยิน

2.5.2.1.3 SPI (Serial Peripheral Interface)[2] เป็นการสื่อสารในระยะสั้น ๆ (ระยะทางของสายเชื่อมต่อไม่เกิน 10 ฟุต = ประมาณ 3 เมตร : อ้างอิง ข้อมูลใน forum ของ microchip) ซึ่งถูกพัฒนาโดย Motorola ในช่วงกลางยุค 80 เป็นการสื่อสารในรูปแบบ Full-Duplex โดยใช้ Master - Slave โดยมี Master ได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น โดย Master นั้นจะเป็นตัวหลักในการรับส่งข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งสัญญาณที่ถูกส่งจาก Master นั้นจะวิ่งไปหาอุปกรณ์ Slave ทุกตัว การจะให้ Slave ตัวใดทำงานตามคำสั่งนั้นจะถูกเลือกด้วยสัญญาณของสาย Slave-Select (SS) หรืออีกชื่อคือ Chip-Select (CS)



รูปที่ 2.35 แสดงการสื่อสารแบบ SPI

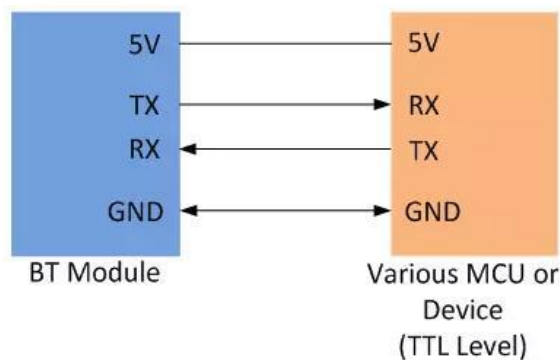
2.5.2.2 แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายสัญญาณข้อมูลเพียงเส้นเดียวในการทำงาน โดยอาศัยสัญญาณจากบิตเริ่มต้น และบิตสิ้นสุดในการบอกจังหวะการรับส่งข้อมูล การสื่อสารแบบนี้จำเป็นต้องอาศัยเวลาเป็นตัวกำหนดการรับสัญญาณเข้ามาซึ่งหากมีการตั้งค่าที่ผิดจะทำให้อ่านข้อมูลที่ส่งมาได้ผิดพลาด ข้อดีของการสื่อสารแบบนี้คือใช้สายสัญญาณเพียง 1 เส้นก็สามารถรับ-ส่งข้อมูลได้แล้ว แต่ข้อเสียคือมีความผิดพลาดในการสื่อสารได้ง่าย โดยโปรโตคอลที่ทำงานแบบอะซิงโครนัสคือ UART

2.5.2.2.1 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) ใช้ การสื่อสารแบบอนุกรมโดยเป็นแบบอะซิงโครนัสใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น คือ Tx และ Rx ในการรับ - ส่งข้อมูล โดยเส้น Tx จะเป็นเส้นที่ใช้ส่งข้อมูล และเส้น Rx เป็นเส้นที่ใช้รับข้อมูล เมื่อนำไปต่อใช้งานจะต้องต่อไขว้กันระหว่างอุปกรณ์และไมโครคอนโทรลเลอร์ และต้องกำหนดความเร็วในการสื่อสารซึ่งสามารถเลือกได้ดังนี้ 300 600 1200 2400 4800 9600 14400 19200 28800 38400 57600 และ 115200 ทั้งนี้ความเร็วที่กำหนด

มักขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะเชื่อมต่อด้วยโดยมักจะกำหนดเป็น 9600 เมื่ออุปกรณ์กำหนดเป็น 9600 ที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องกำหนดเป็น 9600 ด้วย จึงจะสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้ถูกต้อง

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.36 แสดงการสื่อสารแบบ UART

2.6 การเขียนเว็บแอปพลิเคชัน [11]

HTML, CSS และ JavaScript ล้วนเป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเว็บเพจ ซึ่งทั้งหมดสามารถใช้งานได้
ในโปรแกรมแบบเดียวกัน และแสดงผลบน โปรแกรมเปิดเว็บ หรือ เว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)



รูปที่ 2.37 แสดงสัญลักษณ์ HTML JS และ CSS

ภาษา HTML หรือที่ชื่อเต็มๆ คือ "Hypertext Markup Language" เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บเพจ ใช้สร้างเค้าโครง หรือใส่เนื้อหาข้อความต่างๆ ในหน้าเว็บ โดยใช้ Tag <> เป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้น และ </> กำหนดจุดสิ้นสุดการทำงาน

HTML เริ่มพัฒนาโดย Tim Berners Lee ในปี ค.ศ. 1980 (พ.ศ. 2523) เพื่อเสนอต้นแบบสำหรับนักวิจัยใน CERN สำหรับแลกเปลี่ยนเอกสาร ข้อมูลด้านการวิจัย ในปี ค.ศ. 1990 (พ.ศ. 2533) Tim ได้เขียนโปรแกรม และทดลองรันบนเซิร์ฟเวอร์ที่พัฒนาขึ้น ต่อมาเพื่อกำหนดมาตรฐานให้ดีขึ้น W3C (World Wide Web Consortium) จึงเป็นผู้กำหนดสเปกทั้งหมดของ HTML และได้พัฒนารูปแบบไปเป็น XHTML ซึ่งมีการกำหนดความสามารถและมาตรฐานที่รัดกุมมากขึ้น โดยอยู่ภายใต้การควบคุมของ W3C

ภาษา CSS หรือที่ชื่อเต็มๆ คือ "Cascading Style Sheets" มันเป็นภาษาที่ใช้พัฒนาลักษณะรูปแบบใส่พื้นหลัง หรือเพิ่มกรอบข้อความ ของหน้าเว็บ เพื่อเพิ่มความสวยงามให้หน้าเว็บของเรา CSS สามารถกำหนดรูปแบบพร้อมกันทีเดียวได้ ทำให้เวลาแก้ไขไม่ต้องคอยแก้ทีละส่วน

CSS เริ่มพัฒนาในปี ค.ศ. 1994 ถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C การใช้ CSS ในการจัดรูปแบบการแสดงผล จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสารเว็บเพจ ทำให้ซอร์สโค้ด (Source Code) ภายในเอกสาร HTML เหลือเพียงส่วนเนื้อหา ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น

เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนาเว็บเพจร่วมกับ HTML ที่ทำให้หน้าเว็บมีความเคลื่อนไหว อาจจะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้งานกรอก หรือใช้เพื่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงบนหน้าเว็บ และเพิ่มลูกเล่นให้เว็บสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้

JavaScript เริ่มพัฒนาโดย Brender Eich พนักงาน บริษัท เน็ตสเคป เดิม JavaScript ใช้ชื่อว่า Mocha และภายหลังได้เปลี่ยนชื่อมาเป็น Live Script และในปี ค.ศ. 1995 (พ.ศ. 2538) ได้ปรับปรุงแล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript จนถึงปัจจุบัน รูปแบบการเขียนภาษาที่ใช้คล้ายคลึงกับ ภาษา C เราจะมาสรุปกันว่าหากเปรียบเทียบภาษาทั้ง 3 กับร่างกายมนุษย์จะไปตรงกับส่วนไหนกันบ้าง



รูปที่ 2.38 เปรียบเทียบโครงสร้างภาษากับร่างกายมนุษย์

HTML (Hypertext Markup Language) เปรียบเสมือนกระดูกหรือโครงสร้างของร่างกายมนุษย์นั่นเอง HTML จะเป็นพื้นฐานหลักของเว็บแอปพลิเคชันที่จะทำให้เราเป็นหน้าตา โครงสร้าง และรูปแบบของหน้าเว็บ

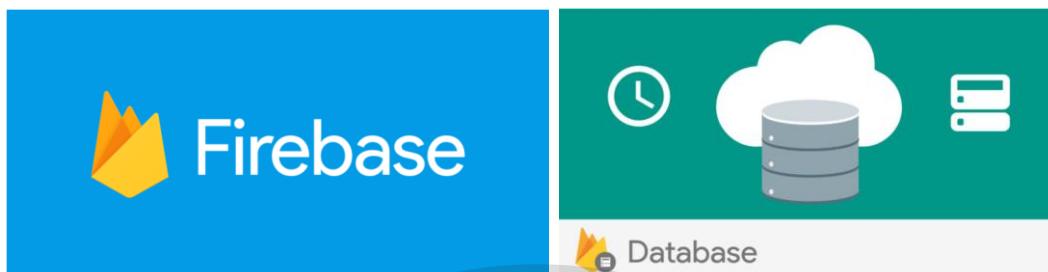
เอกสารนี้เป็น JS (JavaScript) เปรียบเสมือนสมองและเส้นเลือดร่างกายมนุษย์ เพราะ JS มีหน้าที่ไว้ควบคุมการการค้าไม่ว่าทำงานหรือประมวลผลและส่งการหน้าเว็บงานเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

CSS (Cascading Style Sheets) เปรียบได้กับรูปร่างหน้าตาความสวยงาม รวมถึงเสื้อผ้าที่ไว้ห่อหุ้มร่างกายของมนุษย์ ซึ่งในหน้าเว็บที่สร้างขึ้นก็ต้องมีการตกแต่งหน้าตาความสวยงามเช่นกัน

2.7 ระบบฐานข้อมูล Firebase [12]



รูปที่ 2.39 แสดงสัญลักษณ์ของ Firebase

Firebase คือบริการหนึ่งของ Google เป็นการบริการข้อมูลแบบออนไลน์ในรูปแบบ Real Time Database สำหรับ Application และ Web Application ซึ่งผลพลอยได้ในด้าน IoT (Internet of Things) คือตัว Firebase สามารถนำมาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน เช่น NodeMCU ESP8266 ส่งข้อมูลไปยัง แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android

Firebase Realtime Database เป็น NoSQL cloud database ที่เก็บข้อมูลในรูปแบบของ JSON และมีการ sync ข้อมูลแบบ realtime กับทุก devices ที่เชื่อมต่อแบบอัตโนมัติในเสี้ยววินาที รองรับการทำงานเมื่อ offline(ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน local จนกระทั่งกลับมา online ก็จะทำให้การ sync ข้อมูลให้อัตโนมัติ) รวมถึงมี Security Rules ให้เราสามารถออกแบบเงื่อนไขการเข้าถึงข้อมูลทั้งการ read และ write ได้ตั้งใจ ทั้ง Android, iOS และ Web

ในการพัฒนา Firebase Realtime Database ขอแยกออกเป็น 5 parts ดังนี้

- การ Set up Firebase และ Realtime Database SDK
- การเขียนข้อมูล
- การอ่านข้อมูล
- การเปิดใช้งานโหมด Offline
- Security & Rule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดหัวข้อ และ วางแผนงาน (สัปดาห์ที่ 1 เดือน มิถุนายน พ.ศ.2563)

ในสัปดาห์แรกได้เริ่มประชุมคิดหัวข้อโปรเจค และวางแผนการทำงานในเบื้องต้นคือ สร้างแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ เขียนระบบหุ่นยนต์บนคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็นำไปสร้างแบบจำลองบนตัวหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็ก สุดท้ายก็สร้างหุ่นยนต์ขนาดจริง และมีการกำหนดเวลาในการทำงานของแต่ละส่วนให้เสร็จตามกำหนด

3.2 ศึกษาหาความรู้ที่จะนำมาใช้ในการทำโปรเจค (สัปดาห์ที่ 2 เดือน มิถุนายน พ.ศ.2563)

ทำการศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาใช้ในการทำโปรเจคในครั้งนี้ คือ

3.2.1 Solidworks สำหรับออกแบบตัวหุ่นยนต์ทั้งตัวต้นแบบขนาดเล็ก และ ขนาดจริง อีกทั้งยังใช้ออกแบบระบบร้านอาหารอีกด้วย

3.2.2 Matlab สำหรับการออกแบบระบบจำลองบนคอมพิวเตอร์

3.2.3 Arduino ใช้เขียนโปรแกรมระบบควบคุมให้ตัวหุ่นยนต์ขนาดเล็กและขนาดจริง

3.2.4 Firebase ใช้เป็นพื้นฐานเก็บข้อมูลของทั้งระบบ และเป็นตัวกลางในการสื่อสารของระบบ

3.2.5 Python สำหรับออกแบบระบบตรวจจับตำแหน่งหุ่นยนต์ขนาดเล็กและขนาดจริงโดยใช้กล้อง และอีกทั้งยังเป็นตัวหลักในการจัดการระบบขนส่งอาหาร

3.2.6 Visual Studio Code สำหรับออกแบบ เว็บแอปพลิเคชันบนอินเทอร์เน็ตหรือมือถือ ด้วยภาษา HTML CSS และ Javascript ให้สามารถสั่งอาหาร หรือทดสอบหุ่นยนต์ได้

3.2.7 3D printer สำหรับขึ้นรูปของหุ่นยนต์ขนาดเล็ก และ ขึ้นรูปชิ้นงานเสริม

3.2.8 ศึกษาระบบติดต่อสื่อสาร (IoT ,I2C ,UART ,IP Address) เพื่อให้ทุกโปรแกรมและองค์ประกอบของระบบทุกส่วนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3 ออกแบบระบบด้วยการจำลองบนคอมพิวเตอร์ (สัปดาห์ที่ 3 เดือน มิถุนายน พ.ศ.2563 - สัปดาห์ที่ 1 เดือน สิงหาคม พ.ศ.2563)

เริ่มต้นออกแบบระบบ ผ่านการออกแบบระบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้โปรแกรม Matlab เป็นหลักในการออกแบบ โดยมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาาระบบควบคุมหุ่นยนต์ การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และแอปพลิเคชันในการจัดการร้านอาหารเบื้องต้น ในการทำแบบจำลองนั้นจะช่วยลดต้นทุนในเรื่องของโครงสร้างหุ่นยนต์

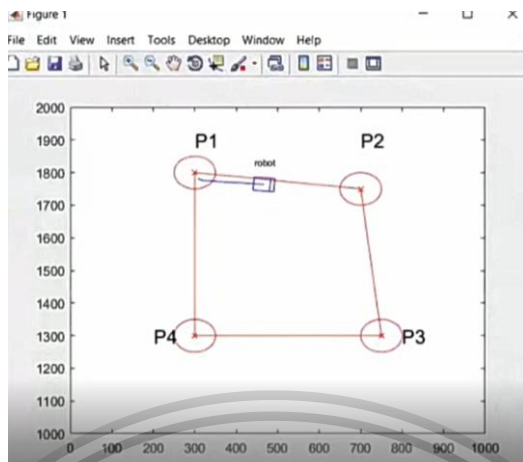
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์ทั้งหมดให้แด่คณะผู้จัดทำ และต้องอ้างถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดพื้นที่ที่ต้องใช้ทดลอง และลดความเสียหายเมื่อการทดลองผิดพลาด

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

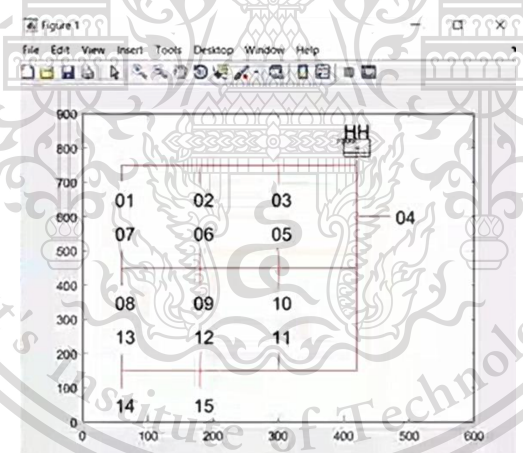
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.1 ออกแบบหุ่นยนต์จำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ นำสมการคณิตศาสตร์มาสร้างหุ่นยนต์จำลองที่สามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนหุ่นยนต์จริงแล้วแสดงออกมาเป็นรูปแบบของกราฟิก



รูปที่ 3. 1 แสดงการจำลองการเคลื่อนที่โดยใช้สมการคณิตศาสตร์

3.3.2 ออกแบบระบบควบคุมหุ่นยนต์และระบบหาเส้นทางอัตโนมัติ จากรูปที่ 3.2 เป็นการเขียนโปรแกรมทั้งระบบควบคุมโดยใช้ การควบคุมแบบสัดส่วน และสร้างระบบหาเส้นทางอัตโนมัติให้หุ่นยนต์สามารถวิ่งไปตามเส้นทางเพื่อไปยังตำแหน่งหรือหมายเลขตามต้องการ



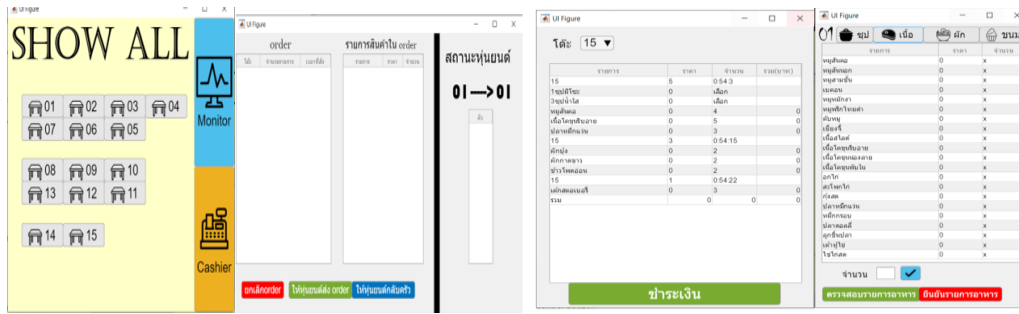
รูปที่ 3.2 แสดงแบบจำลองการเคลื่อนที่โดยหาเส้นทางอัตโนมัติ

3.3.3 ออกแบบแอปพลิเคชัน สำหรับสั่งงานหุ่นยนต์ และ สั่งอาหารเบื้องต้น โดยได้ออกแบบผ่าน GUI ของ Matlab โดยแอปพลิเคชันนี้มีรูปแบบการใช้งานเช่น สั่งอาหารได้ เลือกเมนู เลือกโต๊ะลูกค้า แสดงสถานะของหุ่นยนต์ คิตราค่าอาหาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

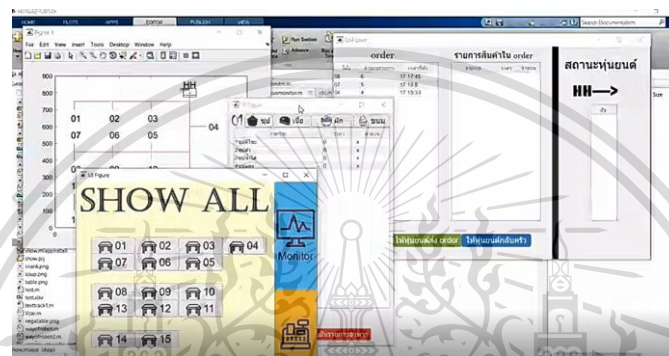
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.3 แสดงแอปพลิเคชันบนระบบจำลอง

3.3.4 ทดสอบระบบจำลองทั้งหมดแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

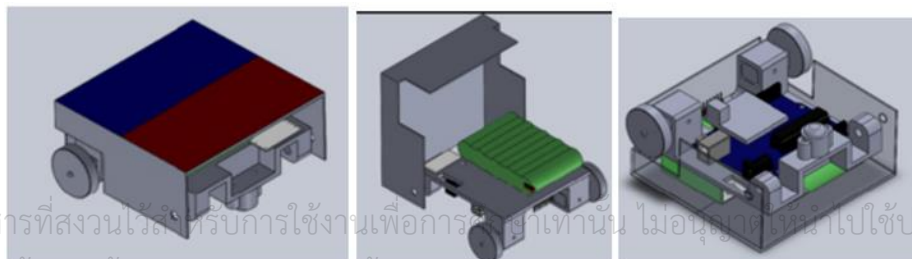


รูปที่ 3.4 แสดงการทำงานของระบบจำลองพร้อมกันทั้งหมด

3.4 ทดสอบระบบหุ่นยนต์ต้นแบบ (สัปดาห์ที่ 2 เดือน สิงหาคม พ.ศ.2563 - สัปดาห์ที่ 2 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2563)

นำระบบที่ออกแบบจากระบบจำลองมาทดสอบกับหุ่นยนต์จริง โดยมีการออกแบบเพิ่มเติมในส่วนของโครงสร้างหุ่นยนต์ ระบบตรวจจับตำแหน่งหุ่นยนต์ และระบบสื่อสาร

3.4.1 ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ ออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบด้วยโปรแกรม Solidworks จากนั้นใช้ 3D Printer สร้างโครงสร้างของหุ่นยนต์ให้เป็นรูปร่าง โดยขึ้นรูปเป็นพลาสติก และมีอุปกรณ์ในตัวหุ่นยนต์คือ บอร์ดควบคุม(Arduino,STM32) วงจรขับมอเตอร์กระแสตรง มอเตอร์กระแสตรง ล้อรถ อุปกรณ์ส่งสัญญาณแบบอนุกรมไร้สาย(hc-12) แบตเตอรี่ เซนเซอร์ตรวจจับการหมุน(gyro sensor) เซนเซอร์ตรวจจับการหมุน มอเตอร์(encoder) สายไฟ



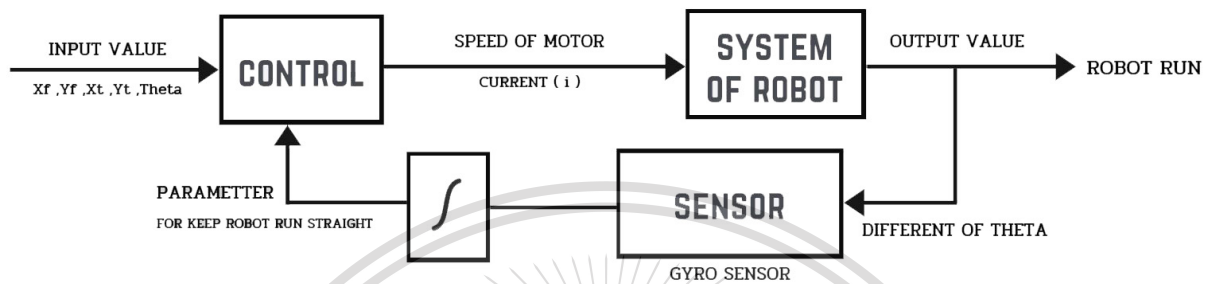
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.5 แสดงหุ่นยนต์ต้นแบบที่ทำการออกแบบ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

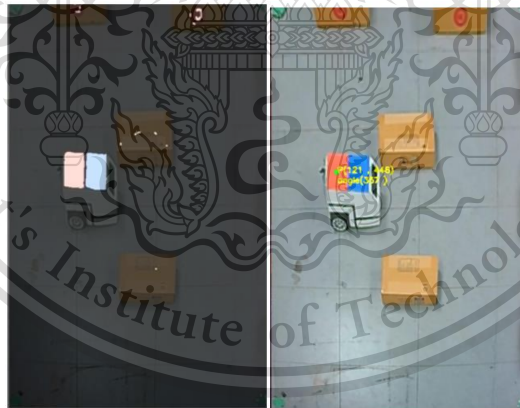
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.2 ออกแบบระบบควบคุมบนตัวหุ่นยนต์ ซึ่งการควบคุมนั้นมี 2 ส่วนคือการควบคุมการเคลื่อนที่ให้หุ่นยนต์วิ่งตรงไป กับ การควบคุมให้หุ่นยนต์หมุนไปในทิศทางที่ต้องการ โดยการใช้ เซนเซอร์ 2 แบบคือ เซนเซอร์ตรวจจับการหมุน(gyro sensor) เซนเซอร์ตรวจจับการหมุนมอเตอร์(encoder) หลักการที่ใช้คือ PI control



รูปที่ 3.6 แสดง Block Diagram ระบบควบคุมหุ่นยนต์

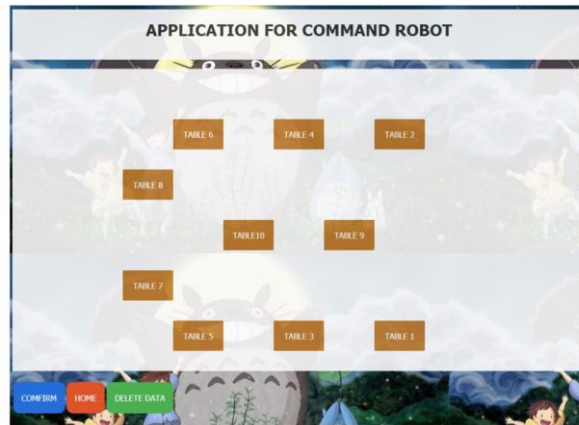
3.4.3 ออกแบบระบบตรวจจับตำแหน่งของหุ่นยนต์ โดยใช้กล้องและการวิเคราะห์รูปภาพด้วย open CV ของ Python การจับตำแหน่งนั้นทำโดยการวิเคราะห์สีในรูปภาพและจับตำแหน่งของสีที่อยู่บนภาพนั้น จากนั้นก็ปรับปรุงตำแหน่งให้ได้ตำแหน่งใกล้เคียงกับหุ่นยนต์ที่อยู่บนพื้นมากที่สุด



รูปที่ 3.7 แสดงการตรวจจับหุ่นยนต์โดยใช้กล้อง

3.4.4 ออกแบบระบบสื่อสาร ออกแบบวิธีการสื่อสารของหุ่นยนต์กับคอมพิวเตอร์และการจัดการข้อมูลต่างๆที่ใช้ติดต่อสื่อสารกัน โดยเลือกวิธีติดต่อสื่อสารกันผ่านพอร์ตอนุกรมด้วยอุปกรณ์(hc-12) อีกทั้งยังมีการใช้ Fire base มาช่วยในการจัดการข้อมูลด้วย

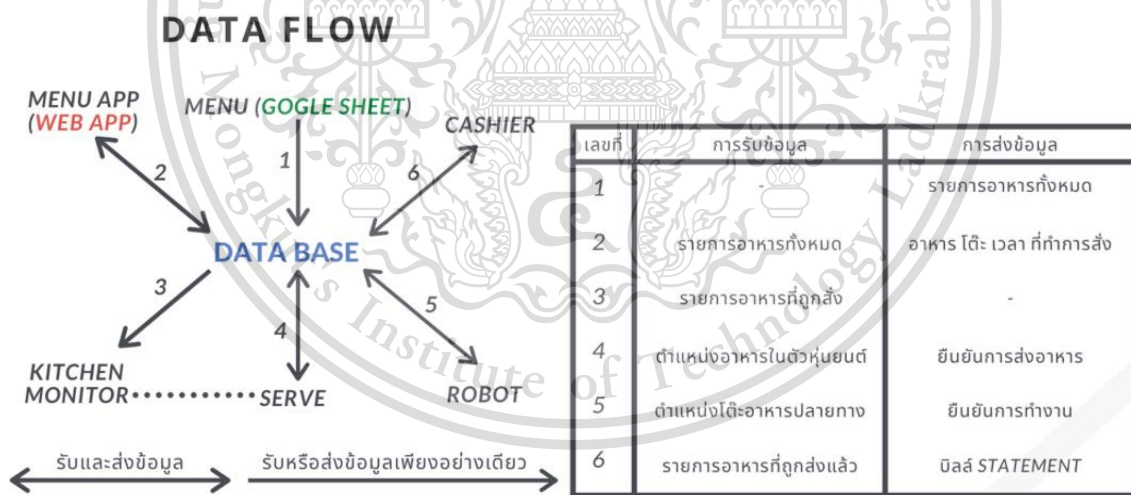
3.4.5 ออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเก็บข้อมูลคำสั่งตำแหน่งเป้าหมาย สำหรับการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการทดสอบหุ่นยนต์ โดยการออกแบบจะใช้ ภาษา HTML CSS และ Javascript เพื่อให้ได้เว็บแอปพลิเคชันที่สวยงาม ใช้งานได้สะดวก และมีการติดต่อสื่อสารกับหุ่นยนต์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 3.8 แสดงหน้าเว็บแอปพลิเคชันแบบที่ 1

3.5 ออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับร้านอาหารและจัดการข้อมูลของระบบทั้งหมด (สัปดาห์ที่ 3 เดือน ตุลาคม พ.ศ.2563 - สัปดาห์ที่ 1 เดือน ธันวาคม พ.ศ.2563)

3.5.1 ออกแบบระบบและวิธีจัดการข้อมูล โดยมีหลักการจัดการข้อมูลแบบรวมศูนย์ไว้ที่คอมพิวเตอร์ที่มีฐานข้อมูลอยู่บน Fire base แล้วกระจายไปสู่อุปกรณ์ย่อยอย่างเช่น แอปพลิเคชัน หุ่นยนต์ขับเคลื่อน อุปกรณ์เสิร์ฟอาหาร เป็นต้น



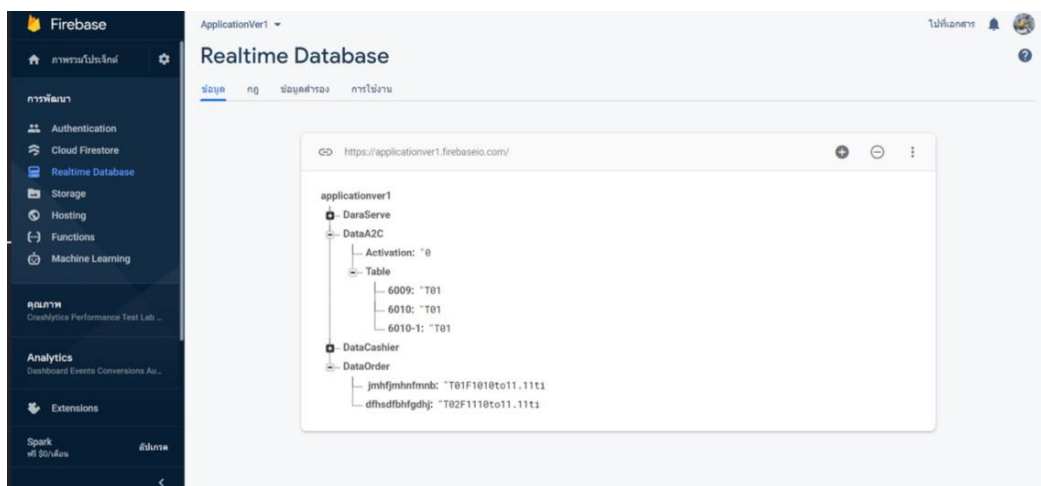
รูปที่ 3.9 แสดงระบบการจัดการข้อมูล

3.5.2 พัฒนาการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบอินเทอร์เน็ตให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้ Fire base เป็นฐานข้อมูล และมีการติดต่อกันโดยใช้เป็นชุดโค้ดข้อมูลเฉพาะ ซึ่งคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันที่มีการรับข้อมูลจากฐานข้อมูลจะนำโค้ดข้อมูลมาแปลงเพื่อนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่างชุดโค้ดข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

3.5.3 พัฒนาแอปพลิเคชันของร้านอาหารทั้งหมด ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่โดยมุ่งเน้นไปที่ภาพลักษณ์ที่สวยงามและใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น โดยพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน ที่เขียนจากภาษา html เพิ่มความสวยงามด้วย CSS และสร้าง logic ด้วย Javascript มีการติดต่อสื่อสารกับระบบด้วย Fire base ผ่าน อินเทอร์เน็ต



รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างหน้าเว็บแอปพลิเคชัน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

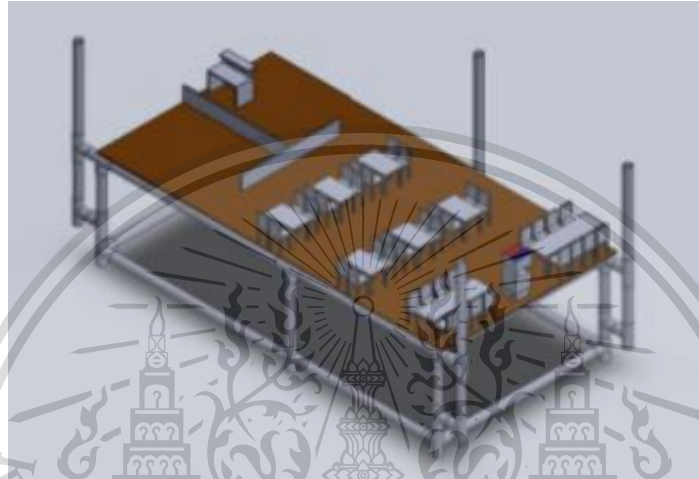
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6 การปรับแต่งภาพลักษณ์ของหุ่นยนต์และร้านอาหาร(สัปดาห์ที่ 2 เดือน มกราคม พ.ศ.2564 - สัปดาห์ที่ 1 เดือน เมษายน พ.ศ.2563)

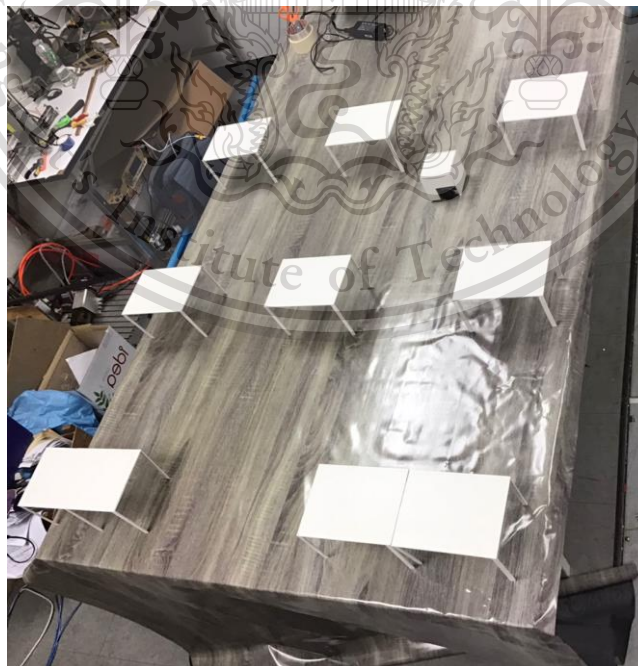
สำหรับขั้นตอนนี้จะเป็นการตกแต่งหุ่นยนต์และร้านอาหารโดยมุ่งเน้นไปที่การทำให้หุ่นยนต์ต้นแบบทำงานได้เหมือนร้านอาหารจริงมากยิ่งขึ้น โดยทำอัตราส่วนของร้านอาหารและหุ่นยนต์ต้นแบบเทียบกับขนาดของจริงคือ 1 : 6

3.6.1 ออกแบบผ่านโปรแกรม Solidworks



รูปที่ 3.12 แสดงระบบร้านอาหารที่ทำการออกแบบ

3.6.2 ดำเนินการสร้างโมเดล ทั้งหุ่นยนต์ พื้นร้านอาหาร และโต๊ะอาหาร



รูปที่ 3.13 แสดงโมเดลโต๊ะและหุ่นยนต์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

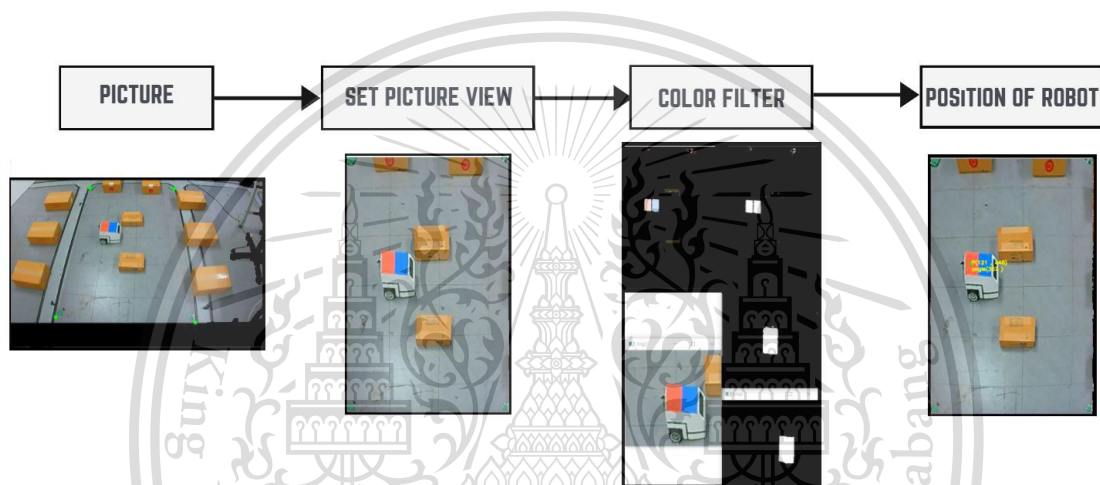
บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

บทนี้จะกล่าวถึงผลของการดำเนินงานทั้งหมดเกี่ยวกับหุ่นยนต์และการทดลอง รวมไปถึงการใช้งานแอปพลิเคชันที่เสร็จสิ้นพร้อมใช้งาน

4.1 ผลการประมวลผลรูปภาพเพื่อหาตำแหน่งของหุ่นยนต์

การประมวลผลรูปภาพจะมีการทำงานของโปรแกรมคือ ปรับระดับของรูปภาพ จากนั้นกรองสีสุดท้ายหาตำแหน่งของภาพจากสีที่กรองมาเป็นภาพBinary



รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการประมวลผลภาพ

4.1.1 ผลการปรับระดับของภาพแสดงดังรูปที่ 4.2 เป็นการปรับความเอียงของภาพที่เกิดจากมุมกล้องให้มีระนาบเดียวกันกับพื้นเพื่อให้ตำแหน่งของวัตถุที่หามาได้นั้นใกล้เคียงกับตำแหน่งวัตถุจริงมากที่สุด จากรูปที่ 4.3 เป็นการวัดตำแหน่งที่ภาพจับได้เทียบกับตำแหน่งจริงๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเอียงของมุมกล้องที่เกิดขึ้นกับวัตถุ



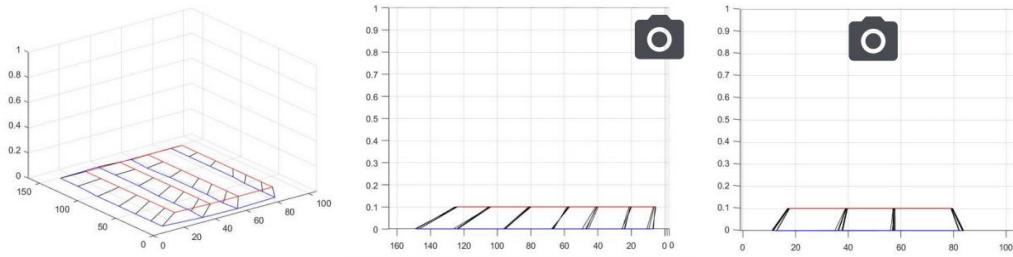
รูปที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์จากการปรับระดับภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปเผยแพร่และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

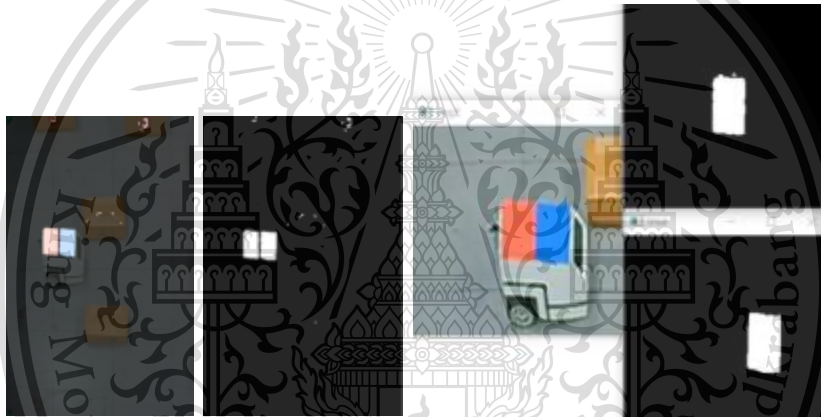
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

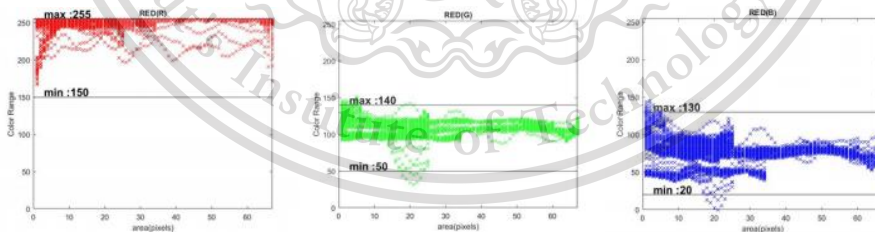


รูปที่ 4.3 แสดงหลักการปรับภาพ

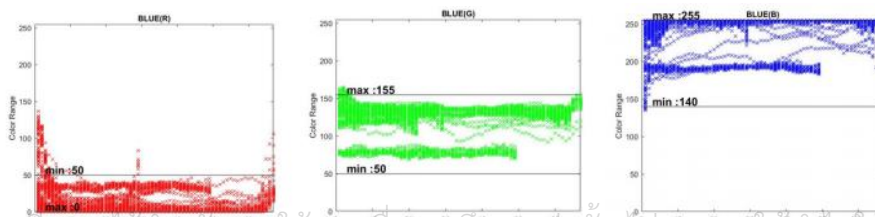
4.1.2 ผลการประมวลผลภาพด้วยการกรองสี ดังรูปที่ 4.4 การกรองสีนั้นเริ่มจากการกำหนดค่าสี โดยทดลองหาค่าสีจากโปรแกรม Matlab ซึ่งจะได้ช่วง RGB ของสีแดงดังรูปที่ 4.5 และสีน้ำเงินดังรูปที่ 4.6 จากนั้นก็นำช่วงของทั้งสองสีมารวมกันด้วยวิธีการจับคู่เพื่อให้ได้ตำแหน่งเฉพาะของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.4 แสดงผลการประมวลผลภาพด้วยการกรองสี



รูปที่ 4.5 แสดงผล RGB ของสีแดง



รูปที่ 4.6 แสดงผล RGB ของสีน้ำเงิน

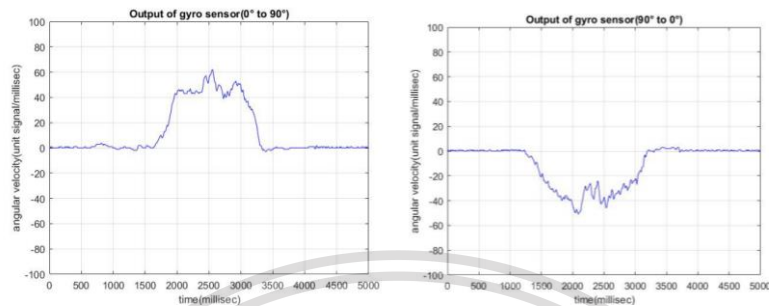
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 ผลการทำงานของอุปกรณ์วัด

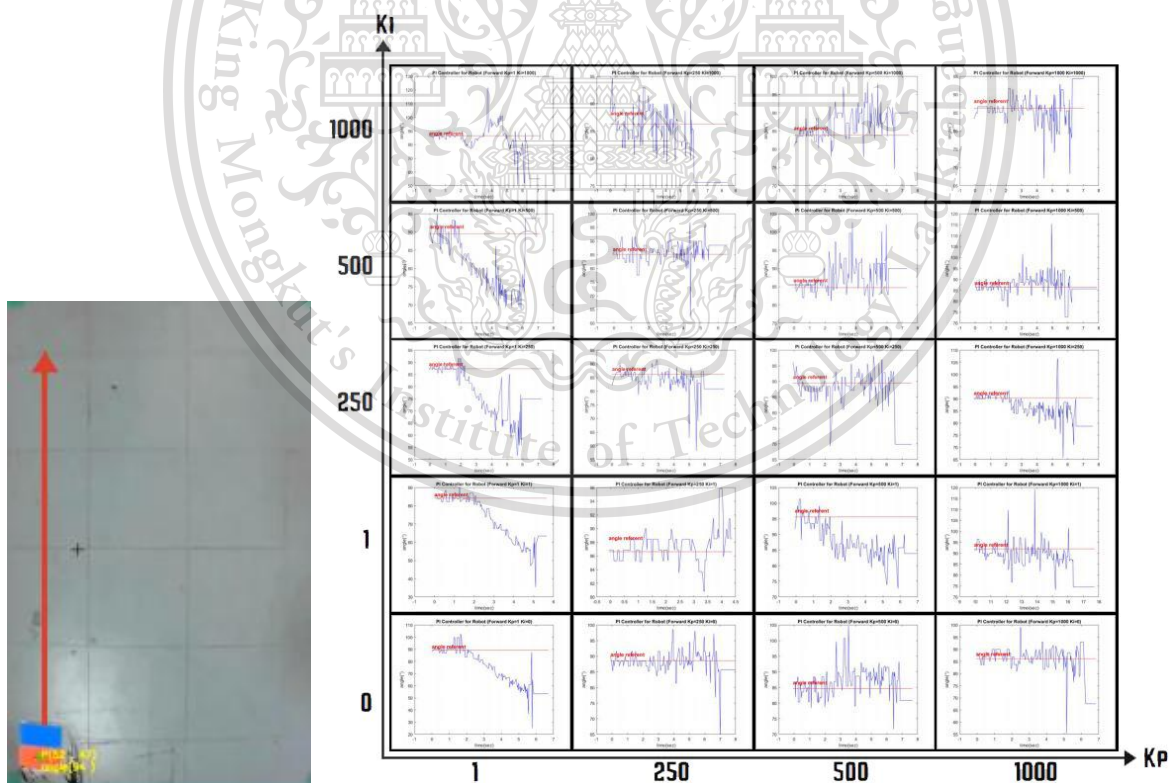
4.2.1 ผลการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับมุมดังรูปที่ 4.7 ผลการทำงานที่แสดงจากเป็นค่าที่ได้รับจาก gyro sensor ที่วัดหุ่นยนต์ขณะกำลังหมุนจากมุม 0 องศา ไปยังมุม 90 องศา และหมุนกลับจากมุม 90 องศา ไปมุม 0 องศา



รูปที่ 4.7 แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับมุม

4.3 ผลการทำระบบควบคุมของหุ่นยนต์

4.3.1 หุ่นยนต์ถูกควบคุมด้วยระบบ PI control ผลการหาค่า K_p และ K_i ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงมีลักษณะการเคลื่อนที่และกราฟความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 4.8



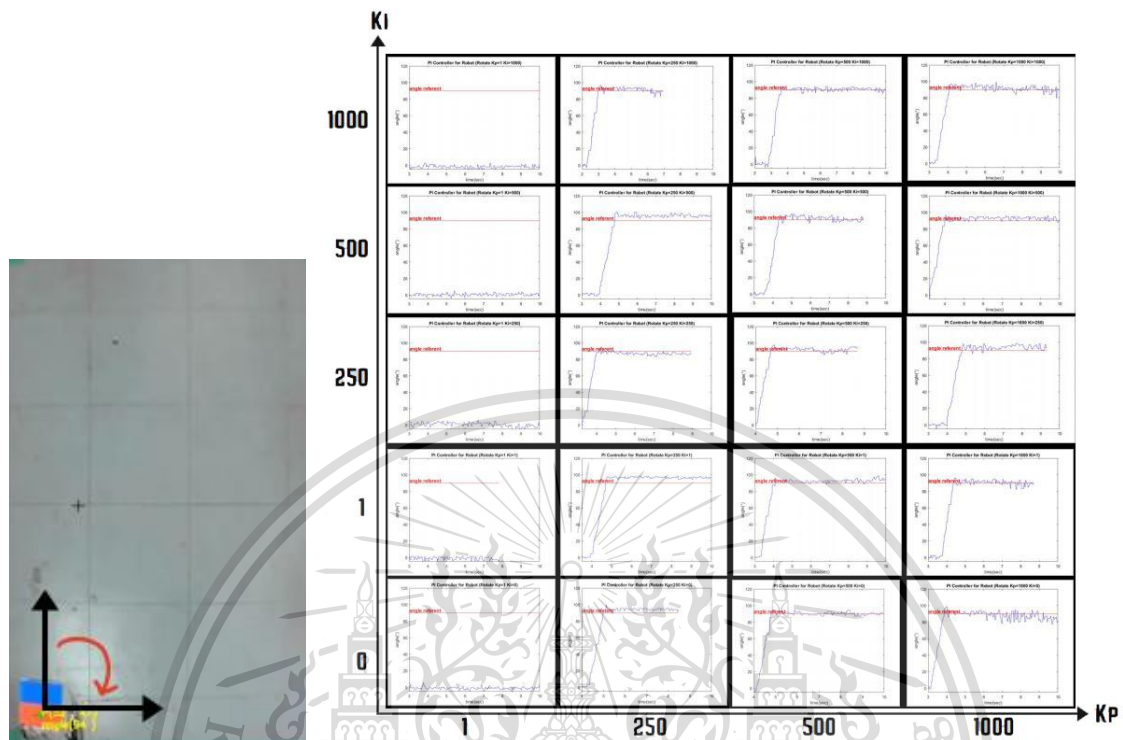
รูปที่ 4.8 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ที่เส้นตรงและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_p และ K_i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

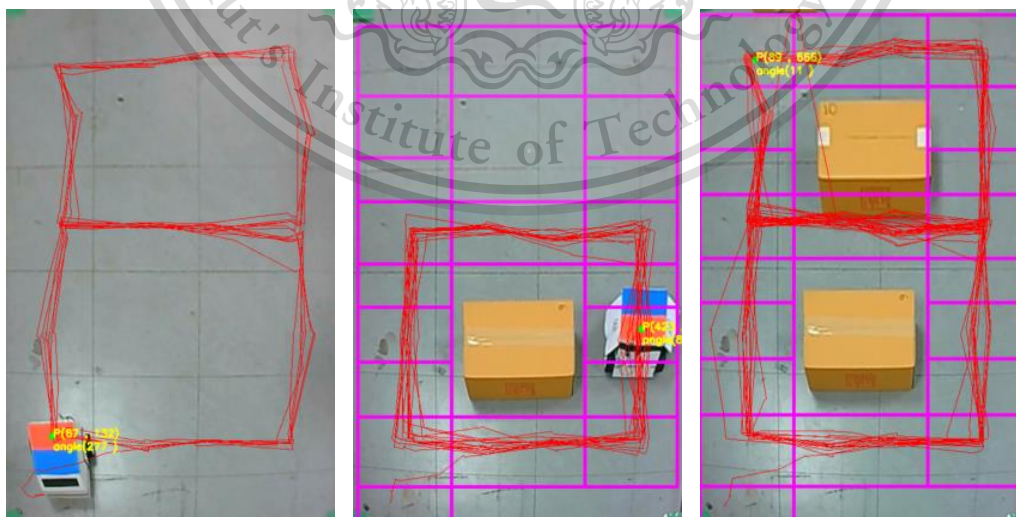
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3.2 ผลการหาค่า K_p และ K_i ที่เหมาะสมกับหุ่นยนต์ในการหมุนตัวมีลักษณะการเคลื่อนที่และกราฟความสัมพันธ์แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุนและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า K_p และ K_i

4.3.3 ผลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปตามจุดต่างๆบนแผนที่แสดงดังรูปที่ 4.10 โดยรับตำแหน่งมากจากคอมพิวเตอร์ที่ตรวจสอบตำแหน่งจากการประมวลผลภาพและสั่งให้หุ่นยนต์ควบคุมตัวเองไปยังตำแหน่งต่างๆ ด้วยวิธีการควบคุมแบบ PI control

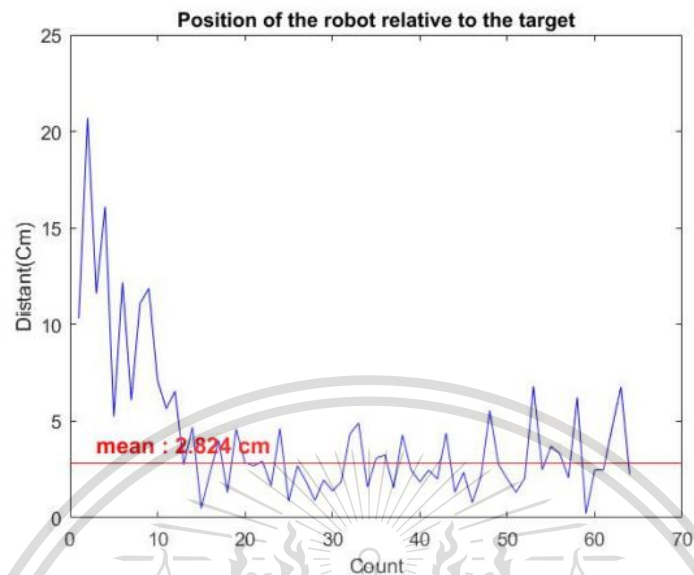


รูปที่ 4.10 แสดงผลการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปตามจุดต่างๆบนแผนที่
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

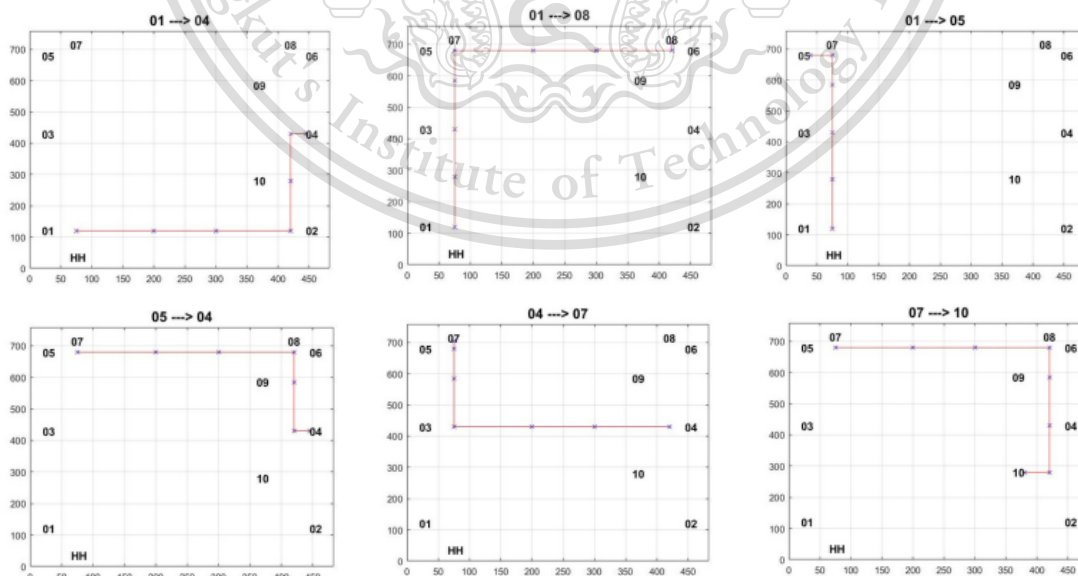
4.3.3.1 ระยะทางที่ผิดพลาดไปจากตำแหน่งที่ต้องการ กราฟที่แสดงจำนวนครั้งที่เคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง แสดงให้เห็นว่าความผิดพลาดค่อยๆลดลงจากการใช้โปรแกรมการปรับค่าความผิดพลาดโดยอัตโนมัติ



รูปที่ 4.11 แสดงกราฟแสดงระยะทางที่เคลื่อนที่ในแต่ละครั้ง

4.4 ผลการสร้างระบบหาเส้นทางอัตโนมัติ

ออกแบบระบบคำนวณเส้นทางที่สั้นที่สุดให้กับหุ่นยนต์แสดงดังรูปที่ 4.12 ผลการทดลองจะแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมสามารถสร้างเส้นทางที่ดีที่สุดให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้



รูปที่ 4.12 แสดงผลการหาเส้นทางอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเราใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.5 ผลการออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

หน้าเว็บแอปพลิเคชัน จะแสดงผลจากจากดึงข้อมูลจากระบบฐานข้อมูล firebase ในส่วนของรายการอาหารและราคา และมีระบบส่งข้อมูลรายการอาหาร เลขที่โต๊ะ และเวลาที่ทำการสั่ง ไปยังระบบฐานข้อมูล มีแถบแสดงเมนู 7 แถบ ได้แก่ Promotion ,Appetizer ,Main course ,Dessert ,Beverage ,Order ลักษณะตัวอย่างของเว็บแอปพลิเคชันแสดงให้เห็นดังรูปที่ 4.13- 4.15



รูปที่ 4.13 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Appetizer และ Beverage



รูปที่ 4.14 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Main course



รูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชันแถบ Dessert และ Order

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาร่วมกัน ไปเองบุคคลใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

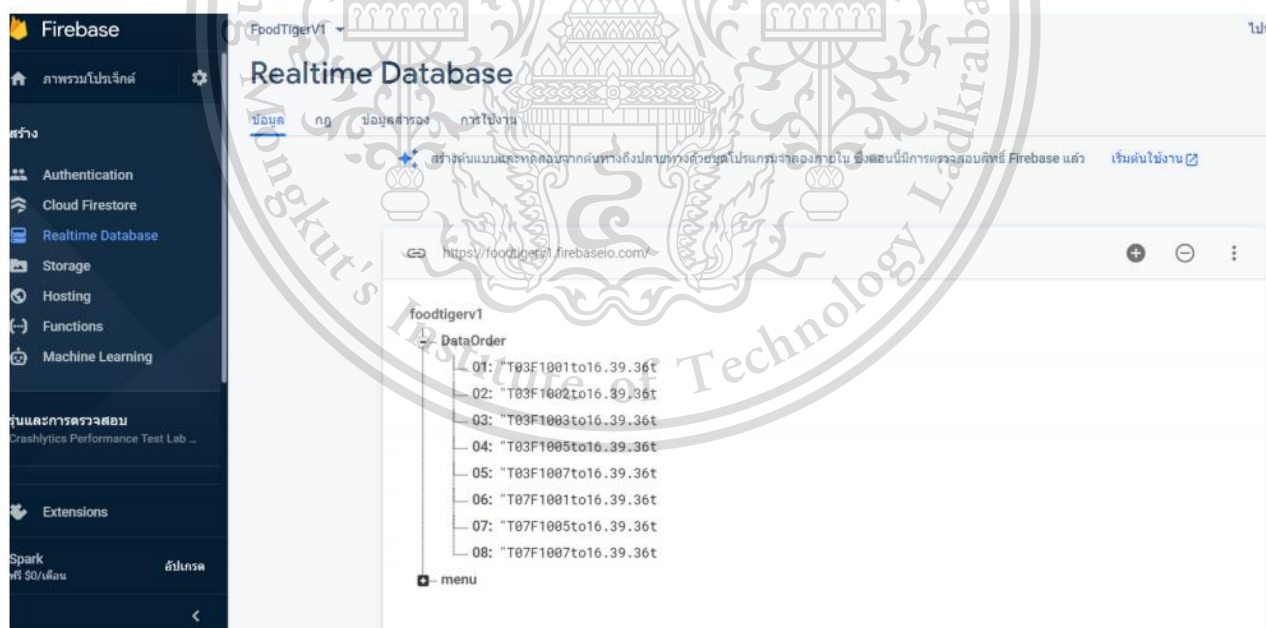
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.6 ผลการแสดงผลข้อมูลของรายการอาหารที่สั่ง

รายการอาหารที่ถูกสั่งแสดงดังรูปที่ 4.16 เมื่อมีการสั่งงานจากเว็บแอปพลิเคชัน โดยดึงข้อมูลรายการอาหารที่สั่งในส่วน DataOrder จากระบบฐานข้อมูล Fire base แสดงดังรูปที่ 4.17 ซึ่งดึงข้อมูลอาหารทั้งหมดในส่วน menu จากแพลตฟอร์ม google sheets แสดงดังรูปที่ 4.18

Order	Table	Menu
01	03	โรตีสิฆษา
02	03	พิฆษาต้มยำ
03	03	เก็ยวกัณฑลาฆานญา
04	03	เบอร์เกอร์ข้าวเหน็ยว
05	03	ซูชิเนื้อไทยวากิว
06	07	โรตีสิฆษา
07	07	เบอร์เกอร์ข้าวเหน็ยว
08	07	ซูชิเนื้อไทยวากิว

รูปที่ 4.16 แสดงผลการดึงข้อมูลรายการอาหารที่สั่ง



รูปที่ 4.17 แสดงระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

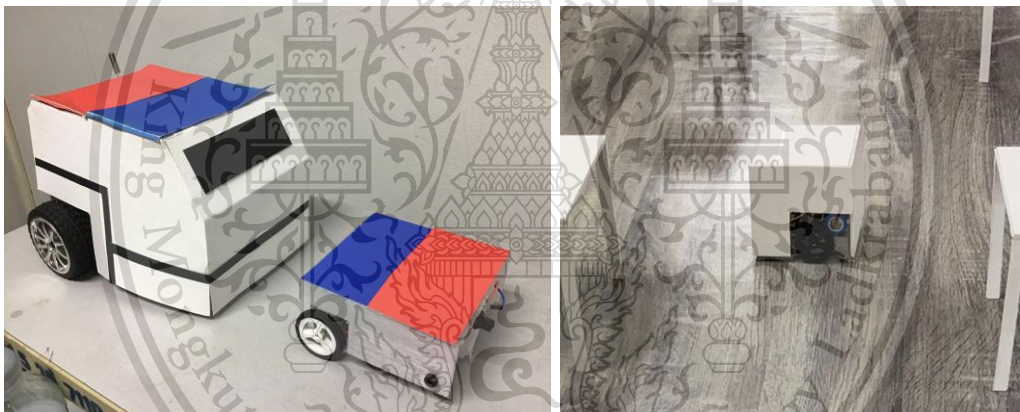
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

code	name	price	picture
2002	ไข่ต้ม		
1002	ข้าวเหนียว		
1003	ข้าวเหนียว		
1004	ข้าวเหนียว		
1005	ข้าวเหนียว		
1006	ข้าวเหนียว		
1007	ข้าวเหนียว		
1008	ข้าวเหนียว		
1009	ข้าวเหนียว		
1010	ข้าวเหนียว		
1011	ข้าวเหนียว		
1012	ข้าวเหนียว		
1013	ข้าวเหนียว		
1014	ข้าวเหนียว		
1015	ข้าวเหนียว		
1016	ข้าวเหนียว		
1017	ข้าวเหนียว		
1018	ข้าวเหนียว		
1019	ข้าวเหนียว		
1020	ข้าวเหนียว		
1021	ข้าวเหนียว		
1022	ข้าวเหนียว		
1023	ข้าวเหนียว		
1024	ข้าวเหนียว		
1025	ข้าวเหนียว		
1026	ข้าวเหนียว		
1027	ข้าวเหนียว		
1028	ข้าวเหนียว		
1029	ข้าวเหนียว		
1030	ข้าวเหนียว		
1031	ข้าวเหนียว		
1032	ข้าวเหนียว		
1033	ข้าวเหนียว		
1034	ข้าวเหนียว		
1035	ข้าวเหนียว		
1036	ข้าวเหนียว		
1037	ข้าวเหนียว		
1038	ข้าวเหนียว		
1039	ข้าวเหนียว		
1040	ข้าวเหนียว		

รูปที่ 4.18 แสดงหน้ารายการอาหารใน Google Sheet

4.7 ผลการดำเนินการสร้างหุ่นยนต์

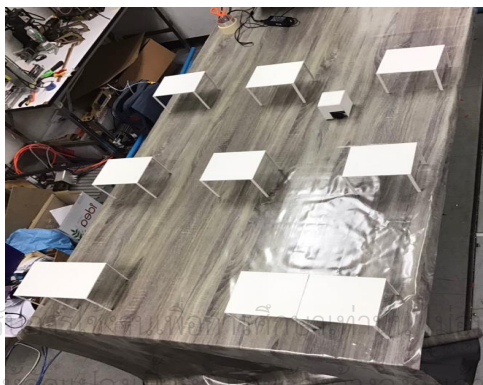
ปัจจุบันได้ออกแบบหุ่นยนต์ต้นแบบมาทั้งหมด 3 แบบ แสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.19 แสดงหุ่นยนต์ต้นแบบแบบที่ 1 2 และ 3

4.8 ผลการออกแบบระบบร้านอาหาร

ระบบร้านอาหารมีขนาด 1 : 6 ของขนาดจริง แสดงดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.20 แสดงระบบร้านอาหารขนาด 1 : 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่สู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการดัดแปลงเนื้อหา และหือขงอิงอิงถึงเนื้อหาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากผลการทดลองของหุ่นยนต์ต้นแบบที่เกิดแสดงให้เห็นว่าหุ่นยนต์และระบบโดยรวมมีความสามารถในการส่งอาหารจากห้องผลิตอาหารไปยังโต๊ะของลูกค้าได้ ซึ่งประสิทธิภาพต่างๆของหุ่นยนต์และระบบมีดังนี้

5.1.1 หุ่นยนต์สามารถวิเคราะห์เส้นทางในการส่งอาหารได้อย่างถูกต้อง ตามแผนที่ของร้านอาหารที่ได้กำหนดไว้ แต่ยังไม่สามารถหลบสิ่งกีดขวางและลูกค้าที่เดินผ่านไปผ่านมา

5.1.2 หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่ประมวลผลมาได้ ซึ่งสามารถเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งได้ ตามคำสั่งที่ได้รับมาด้วยความผิดพลาดค่อนข้างน้อย แต่หุ่นยนต์ยังมีความล่าช้าในการเคลื่อนที่ และ มีความคลาดเคลื่อนในระดับ 2-5 cm

5.1.3 ระบบสื่อสารและจัดการข้อมูลค่อนข้างเสถียร สามารถที่จะรับและส่งข้อมูลภายในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่Fire base ที่ใช้เก็บข้อมูลนั้นสามารถใช้งานได้เพียง 30 วัน หากใช้บริการฟรี

5.1.4 แอปพลิเคชันสามารถสื่อสารกับหุ่นยนต์ได้ดี สามารถจัดการร้านอาหารได้และมีความสวยงามสะดวกในการใช้งาน และสามารถสั่งงานจากหุ่นยนต์ได้ทุกที่ ซึ่งแอปพลิเคชันจะต้องอาศัยอินเทอร์เน็ตในการเชื่อมต่อข้อมูล

5.1.5 ร้านอาหารจำลองที่ได้ทำขึ้นมาในขนาด 1:6 ของขนาดจริงนั้น ได้สร้างพื้นที่ห้องและโต๊ะสำหรับลูกค้าแล้ว แต่เนื่องจากสถานการณ์ที่ไม่เอื้ออำนวยทำให้คืบหน้าไปประมาณ 60-75%

5.2 ขอบเขตในการใช้งานระบบ

5.2.1 หุ่นยนต์นี้มีการตรวจจับตำแหน่งด้วยกล้อง หากมีวัตถุหรือคนไปบังกล้อง จะทำให้ระบบทำงานผิดพลาดได้

5.2.2 หุ่นยนต์ยังไม่มีระบบตรวจจับวัตถุรอบตัว หากมีความผิดพลาด หรือมีวัตถุขวางเส้นทางเดิน อาจเกิดการชนได้

5.2.3 แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์ยังมีขนาดความจุที่น้อย หากใช้งานนานๆจำเป็นต้องมีการชาร์จบ่อยครั้ง หรืออาจจะต้องมีแบตเตอรี่สำรองเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

5.2.4 แอปพลิเคชันค่อนข้างเป็นระบบเปิด หากมีการแก้ไขข้อมูลหรือส่งข้อมูลแปลกปลอมเข้ามายัง Fire base อาจจะมีผลกระทบต่อแอปพลิเคชันและการสื่อสารได้

5.2.5 ผู้ใช้งาน อาจจะต้องทำความเข้าใจในการใช้งานหลายส่วน

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ระบบฐานข้อมูลที่ใช้งานควรมีระยะเวลาไม่จำกัด เพื่อความต่อเนื่องในการใช้งานระบบฐานข้อมูล

5.3.2 ควรพัฒนาและสร้างเป็นหุ่นยนต์ส่งอาหารขนาดจริง และทดสอบใช้กับระบบในร้านอาหารขนาดจริง

5.3.3 ควรพัฒนาระบบตรวจจับตำแหน่งของหุ่นยนต์ให้ยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น เช่น การออกแบบขั้นตอนและตำแหน่งสำหรับการติดตั้งกล้อง

5.4 แนวทางการพัฒนา

ผู้จัดทำมีแนวคิดที่ในการออกแบบระบบที่ยืดหยุ่นสำหรับการใช้งาน ระบบที่เราสร้างนั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการทำงานบริการในหลายๆด้าน เพราะ เราได้ออกแบบระบบในส่วนการเคลื่อนที่ และการตรวจจับตำแหน่งของหุ่นยนต์หรือเรียกรวมๆว่า โมดูลการเคลื่อนที่ เพียงแต่ถ้าต้องการให้ใช้กับงานประเภทไหนก็ติดตั้งส่วนทำงานหรือส่วนบนของตัวหุ่นยนต์ให้เหมาะกับงานประเภทนั้นๆ

ตัวอย่างเช่น

- งานในโรงพยาบาลก็ประยุกต์โดยติดตั้งส่วนทำงานเป็นส่วนบริการคนไข้อาจเป็นการส่งยา ส่งอาหาร แทนการใช้พยาบาล ก็จะสามารถลดภาระงานของพยาบาลได้
- งานในออฟฟิศ ประยุกต์โดยติดตั้งส่วนทำงานเป็นส่วนส่งเอกสารหรือดำเนินเอกสารภายในออฟฟิศ
- งานในโรงงาน ประยุกต์โดยติดตั้งส่วนทำงานเป็นส่วนทำงาน เช่น ส่งสินค้า ขนของ ยกของ ส่งของ ภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิภพ ใจแข็ง. (2559). ระบบควบคุม, สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2564 จาก.
http://www.intech.crru.ac.th/research_ind/doc/52_dissemin_ตำรา%20ผศ%20วิภพ.pdf
- [2] จิระพล ศรีเสริฐผล. (2563). Controller Design, สืบค้นเมื่อ 7 มีนาคม 2564 จาก.
http://eng.sut.ac.th/me/box/2_55/425440/Controller_Design2_55.pdf
- [3] Kong Ruksiamza. (2563). การประมวลผลภาพดิจิทัล, สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2564 จาก.
<https://kongruksiamza.medium.com/แจก-slide-ทฤษฎีประกอบเนื้อหาการประมวลผลภาพดิจิทัล-digital-image-processing-79a8886d89bb>
- [4] HCI COMPUTER ENGINEERING. (2562). Image Morphology, สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2564 จาก.
<https://humancominteracg1.wixsite.com/group1/w2-morphological>
- [5] นิกอร์ มนัส. (2556). การพัฒนาการแปลโปรแกรมเชิงขนานสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์หลายแกน, สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2564 จาก.
https://www.cp.eng.chula.ac.th/~prabhas/thesis/5371464921_nikorn_complete.pdf
- [6] BorntoDev. (2563). Socket Programming, สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2564 จาก.
<https://www.borntodev.com/2020/05/12/socket-programming-คืออะไรหว่า/>
- [7] 222. (2561). Exceptions ในภาษา Python, สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2564 จาก.
<http://marcuscode.com/lang/python/exceptions>
- [8] IOXhop. (2560). การสื่อสารแบบอนุกรม, สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2564 จาก.
<https://www.ioxhop.com/article/68/esp32-เบื้องต้น-บทที่-7-การสื่อสารแบบอนุกรม>
- [9] Fitrox Electronics. (2563). การสื่อสารแบบ I2C, สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2564 จาก.
<https://www.fitrox.lnwshop.com/article/81/การสื่อสารแบบ-i2c>

เอกสารอ้างอิง [10] บริษัท บายโซน จำกัด. (2560). Build DIY USB DAC, สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2564 จาก. ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่า <https://www.overclockzone.com/BuildDIYUSB DAC1%7CประกอบUSB DACจากวงจรสำเร็จรูปการนำไปใช้>

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[11] kankann. (2563). ภาษา HTML, CSS และ JavaScript, สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2564 จาก.

<https://tips.thaiware.com/1330.html>

[12] Jirawatee. (2559). รู้จัก Firebase Realtime Database, สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2564 จาก.

<https://medium.com/firebasethailand/รู้จัก-firebase-realtime-database-ตั้งแต่-zero-จนเป็น-hero-5d09210e6fd6>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์หุ่นยนต์ต้นแบบขนาดใหญ่

รูปภาพประกอบ

โครงสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดใหญ่



มอเตอร์ DC 12 v และชุดติดตั้งล้อรถ



ล้ออิสระ



รางถ่าน 18650 mA แบบอนุกรม 3 ก้อน



แบตเตอรี่ Li-ion 18650 3.7v 3 ก้อน



แบตเตอรี่ 9v 6F 22NT 1 ก้อน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

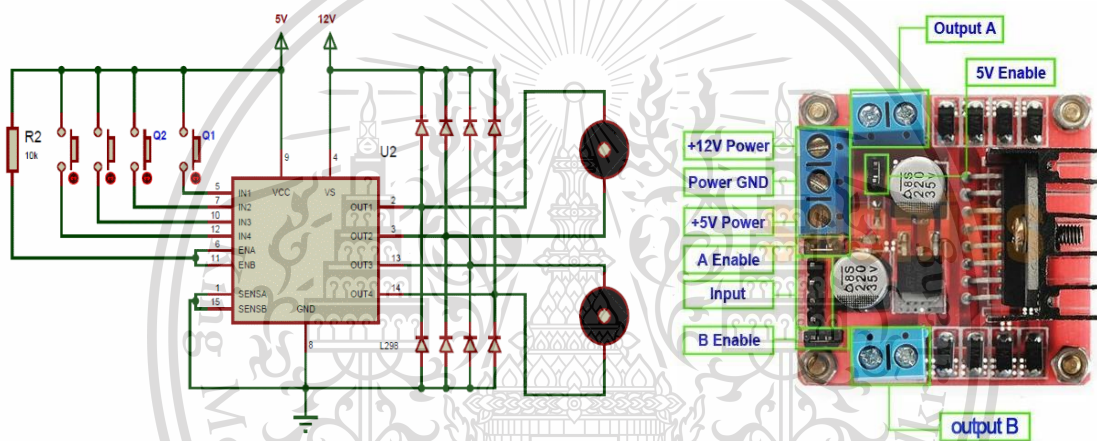
อุปกรณ์หุ่นยนต์ต้นแบบขนาดใหญ่

รูปภาพประกอบ

โมดูลขับเคลื่อนมอเตอร์ L298N



ข้อมูล L298N



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์หุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็ก

รูปภาพประกอบ

โครงสร้างหุ่นยนต์ต้นแบบขนาดเล็ก



มอเตอร์ DC 6 v พร้อม encoder

ข้อมูล encoder

CONNECTION MODE

How to wiring?

- Red → motor Power + (Exchange can control the motor positive and negative rotation)
- Black → encoded power - negative (positive and negative 3.3-5v)
- Yellow → signal feedback (motor turns 2 signals)
- Green → signal feedback (motor turns 2 signals)
- Blue → encoded power + positive (positive and negative 3.3-5v)
- White → Motor power - (Exchange can control the motor positive and negative rotation)

Construction of Incremental Rotary Encoder

PHOTO SENSOR
DISK
SQUARING CIRCUIT
LED
Opaque lines

Components inside Incremental Rotary Encoder

Electronics Board
Photodetector Assembly
Coils Disk
Light Source
Housing Assembly

แบตเตอรี่ Li-ion 18650 mA 3.7v 1 ก้อน



ชุดล้อ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

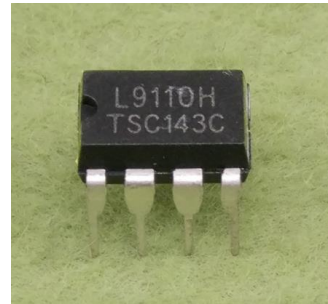
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์ควบคุม

รูปภาพประกอบ

IC ขับมอเตอร์ L9110H



ข้อมูล IC L9110H

L9110
Motor control driver chip

Features:
 Low quiescent current;
 Wide supply voltage range: 2.5V-12V;
 800mA continuous current output capability per channel;
 Lower saturation voltage;
 TTL / CMOS output level compatible, and can be directly connected to the CPU;
 Output built-in clamp diodes for inductive load;
 Integrated control and drive into a monolithic IC;
 With pin high-voltage protection function;
 Operating temperature: 0 °C - 80 °C.

Description:
 L9110 The ASIC device control and drive motor design two-channel push-pull power amplifier discrete circuits integrated into a monolithic IC, peripheral devices and reduce the cost, improve the reliability of the whole. This chip has two TTL / CMOS compatible with the level of the input, with good resistance; two output terminals can directly forward and reverse movement of the drive motor, it has a large current driving capability, each channel through 750 ~ 800mA of continuous current, peak current capability up to 1.5 ~ 2.0A; while it has a low output saturation voltage; **built-in clamp diode reverse the impact of the current release inductive load** it in the drive relays, DC motors, stepper motor or switch power tube use on safe and reliable. L9110 is widely used in toy car motor drives, stepper motor drive and switching power tube circuit.

Pin definitions:

No.	Symbol	Function
1	OA	A road output pin
2	VCC	Supply Voltage
3	VCC	Supply Voltage
4	OB	B output pin
5	GND	Ground
6	IA	A road input pin
7	IB	B input pin
8	GND	Ground

Device pins Figure

DP Suffix plastic package (DIP8)
 SO suffix plastic package (SOP8)

Test conditions: Vcc = 9V , Iout = 750mA

Symbol	Parameters	minimum	Typical	maximum	units
VH _{out}	Output high	7.50	7.60	7.70	V
VL _{out}	Output low	0.35	0.45	0.55	V
VH _{in}	Input high	2.5	5.0	9.0	V
VL _{in}	Input low	0	0.5	0.7	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

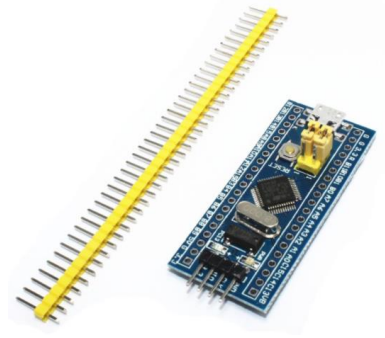
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

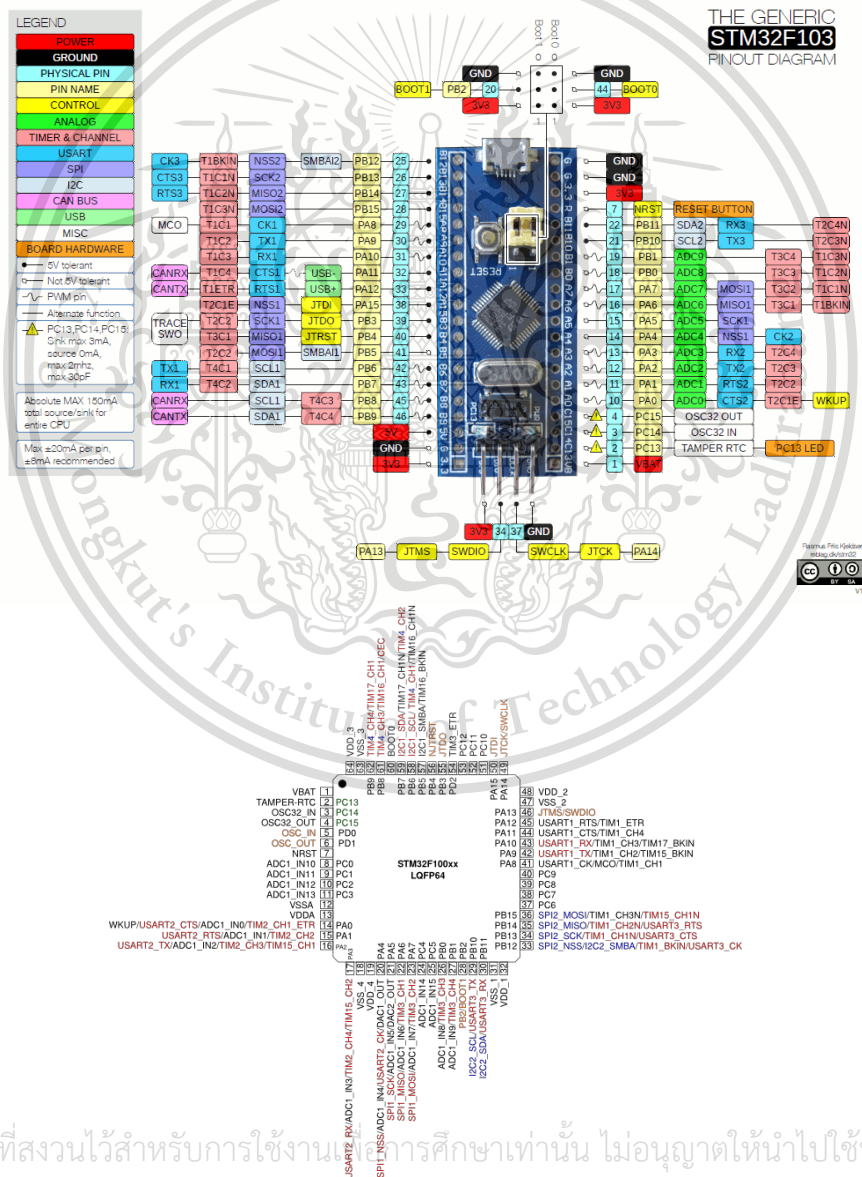
อุปกรณ์ควบคุม

รูปภาพประกอบ

STM32F103C8T6 ARM STM32



ข้อมูล STM32



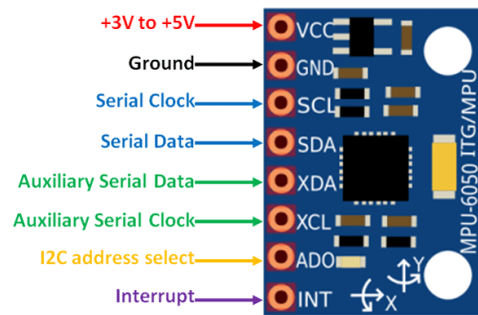
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

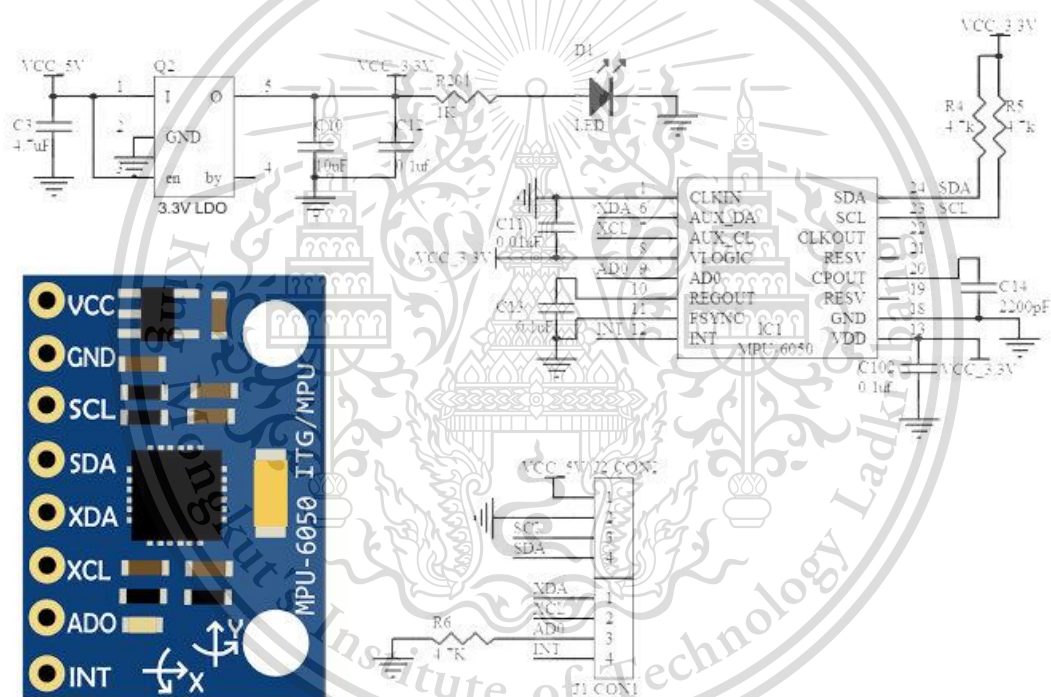
อุปกรณ์ควบคุม

รูปภาพประกอบ

อุปกรณ์ตรวจจับการหมุน GY-521 IMU 3-axis
Accelerometer/Gyro Module (MPU6050)



ข้อมูล Gyro Module



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์สื่อสาร

รูปภาพประกอบ

อุปกรณ์สื่อสาร HC-12



ข้อมูล Gyro Module



#	Pin	Details
1	VCC	Power Input 3.3~5V DC
2	GND	Common Ground
3	RXD	Receive Input-UART TTL
4	TXD	Transmit Output-UART TTL
5	SET	LOW=Enter Config mode (AT)
6	ANT2	Spring Antenna/PCB
7	GND	
8	GND	
9	NC	
ANT1	ANT1	IPX External Antenna

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

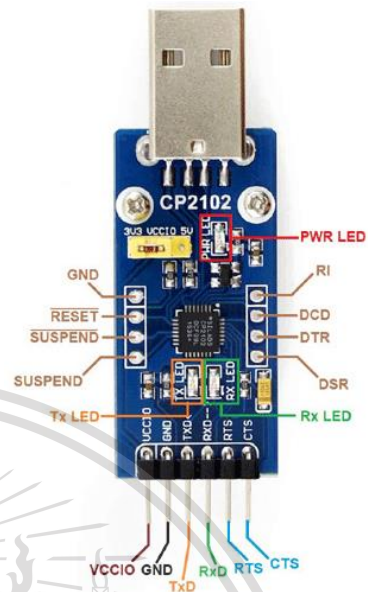
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

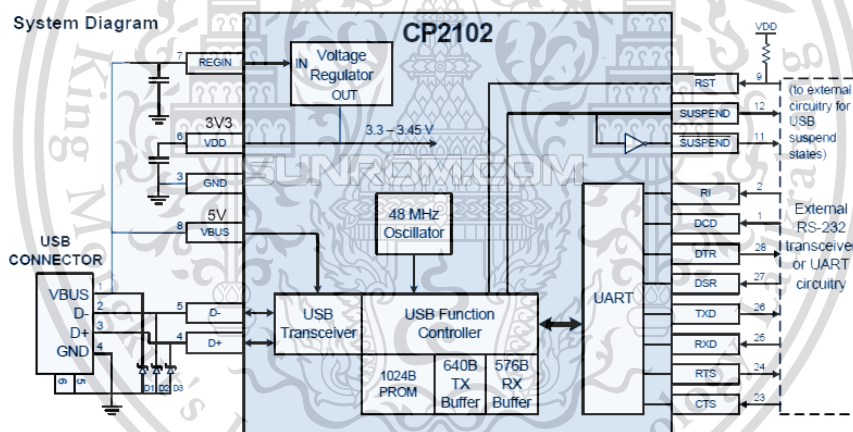
อุปกรณ์สื่อสาร

รูปภาพประกอบ

อุปกรณ์สื่อสาร CP2102 module USB to TTL serial UART



ข้อมูล CP2102



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อุปกรณ์อื่นๆ

รูปภาพประกอบ

กล้องเว็บแคมสาย USB HD 1080P/720P



คอมพิวเตอร์



โทรศัพท์มือถือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

