หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักน้ำขนาดใหญ่

ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม

DPU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2557

Underwater Sediment Suction Robot for Large Water Tank

KAJORNSAK JANJAM

DPU

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program

Department of Computer and Telecommunication Engineering

Faculty of Engineering, Dhurakij Pundit University

2014

หัวข้อวิทยานิพนธ์ หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักน้ำขนาดใหญ่
ชื่อผู้เขียน ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม
ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับดูดตะกอนในถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่ โดยการทำความสะอาดถังพักน้ำขนาดใหญ่โดยปกติจะต้องทำการสูบน้ำในถังออก แล้วส่งเจ้าหน้าที่ลงไปทำความสะอาด ซึ่งการทำความสะอาดลักษณะนี้จะมีความเสี่ยงต่อตัวถังพักน้ำใต้ดินและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน

หุ่นยนต์ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำความสะอาดถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่ อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงของบุคลากรที่ลงไปทำความสะอาดและลดเวลาในการทำงานของบุคลากร โดยหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสามารถขับเคลื่อนได้ 4 ทิศทาง สามารถส่งสัญญาณภาพขณะปฏิบัติงานใต้น้ำภายในถังพักน้ำประปาใต้ดิน เพื่อให้ผู้บังคับหุ่นยนต์ที่อยู่ด้านบนมองเห็นวิสัยทัศน์ภายในถังพักน้ำ ส่วนการกำจัดตะกอนนั้นจะใช้หลักการของการสูบน้ำด้านล่างที่มีตะกอนสะสมเป็นจำนวนมากอยู่ขึ้นมาทิ้งยังด้านบนของถังพักน้ำ พร้อมทั้งออกแบบอุปกรณ์ช่วยเหลือในการนำหุ่นยนต์ขึ้นและลงจากถังพักน้ำใต้ดิน และจากผลการทดสอบหุ่นยนต์สามารถปฏิบัติภารกิจได้ตามที่ออกแบบ โดยใช้เวลาปฏิบัติงานลดลงจากเดิมประมาณ 2 เท่า

Thesis Title	Underwater Sediment Suction Robot for Large Water Tank
Author	Kajornsak Janjam
Thesis Advisor	Dr. Narongdech Keeratipranon
Department	Computer and Telecommunication Engineering
Academic Year	2013

ABSTRACT

The main objective of this project, “Underwater Sediment Suction Robot for Large Water Tank”, is to design and develop a robot to support officers in cleaning sediment in a large water tank. This water tank normally was installed underground of a large building. The operating time of a traditional cleaning, using human, is approximate 6 – 8 hours which has many procedures. Furthermore, working underground with limited air is dangerous

This research is designed to increase efficiency, reduce risk of officers and reduce chance of tank collapse during the working process. This robot can move in 4 directions and transmits video signal from underwater to the officer at the ground station. The robot is designed to pump water and sediment at the tank bottom level and drop it outside the tank at the ground level. This project also include the development of pulley to take the robot up or down from the tank. In the experiment, the robot successfully finishes the operation using less than half of the traditional operating time.

DPU

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณการประปานครหลวงที่ได้อนุมัติทุนวิจัย และสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ที่ให้โอกาสและสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการพิจารณาการวิจัยทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและข้อแนะนำต่างๆที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงาน ทำให้งานวิจัยนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณทีมงานหน่วยปฏิบัติการนวัตกรรมและหุ่นยนต์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และให้กำลังใจมาโดยตลอด

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ทางด้านวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และโทรคมนาคมต่อไป

ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม

DPU

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความสำคัญและที่มา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์..... 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3
1.5 ภาพรวมของระบบ..... 4
1.6 ส่วนงานย่อย..... 5
1.7 อุปกรณ์ที่ใช้..... 6
1.8 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา..... 6
1.9 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา..... 6
1.10 แผนงาน..... 7
1.11 การทดสอบ..... 8
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง..... 9
2.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาด..... 9
2.2 หุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำ..... 12
2.3 การทำความสะอาดถังเก็บน้ำ..... 17
2.4 ตะกอนในน้ำ..... 18
2.5 ระบบโครงสร้าง..... 19
2.6 การเลือกใช้วัสดุ..... 22
2.7 ระบบกันน้ำ..... 23

DPU

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

2.8 ระบบส่องสว่างและถ่ายภาพใต้น้ำ 25
2.9 ระบบปั๊มน้ำ 25
2.10 ระบบรอกและสลิงลวด 26
2.11 ระบบควบคุมสั่งการ 28
2.12 ระบบไมโครคอนโทรเลอร์ 29
2.13 การเชื่อมต่อแบบอนุกรมโดยใช้สาย RS232 30
2.14 ภาษา C 31
2.15 ภาษา C# 31
2.16 สรุป 31
3. การออกแบบและพัฒนา 32
3.1 ภาพรวมของงาน 32
3.2 ระบบโครงสร้าง 33
3.3 ระบบช่วยเหลือในการส่งหุ่นยนต์ไปปฏิบัติการใต้น้ำ 37
3.4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 39
3.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์ 40
3.6 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์ 41
3.7 การออกแบบการวางของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับชุดควบคุมและสั่งการ 42
3.8 การออกแบบส่วนติดต่อผสานกราฟิก 43
3.9 การออกแบบส่วนของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ 44
3.10 การออกแบบฐานข้อมูล (Database) เพื่อติดต่อกับส่วนประสานกราฟฟิก (GUI) 57
3.11 การวางแผนในระบบการซ่อมบำรุง 66
4. การทดลอง 67
4.1 การทดสอบประสิทธิภาพระบบกันน้ำของกล่องจ่ายกระแสไฟฟ้า 69
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ 70
4.3 ทดสอบการถ่ายทอดสัญญาณภาพ 72
4.4 ทดสอบการบันทึกภาพถ่าย (Capture) 74
4.5 ทดสอบการบันทึกวิดีโอ (Video Record) 75

DPU

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	4.6 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในสถานที่ที่ได้ทำการจำลอง	77
	4.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ	79
	4.8 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดถังพักน้ำประปา	80
	4.9 ผลการทดสอบทางด้านเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	81
5.	วิเคราะห์	83
6.	สรุปผลการทดลอง	85
	6.1 การบรรลุวัตถุประสงค์	85
	6.2 แนวทางการพัฒนา	85
	6.3 สรุป	86
บรรณานุกรม		87
ภาคผนวก		90
ประวัติผู้เขียน		120

DPU

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางการรับรองมาตรฐานการป้องกัน..... 24
4.1 ตารางบันทึกผลการทดลองครั้งที่1..... 81
4.2 ตารางบันทึกผลการทดลองครั้งที่2..... 81
4.3 ตารางบันทึกผลการทดลองครั้งที่ 3..... 82

DPU

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 ภาพรวมของระบบ..... 4
1.2 แผนงานในการพัฒนา..... 7
2.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาดพื้นบ้านMint Robot Mob and Duster..... 9
2.2 หุ่นยนต์ทำความสะอาดกระจกWindoro..... 10
2.3 หุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ..... 11
2.4 หุ่นยนต์ปฏิบัติการสำรวจใต้น้ำ..... 12
2.5 แสดงแบบหุ่นยนต์ ROV 125 HP Work class..... 13
2.6 หุ่นยนต์ทำความสะอาด iRobot Verro Pool Cleaning Robot Model 300..... 14
2.7 หุ่นยนต์ทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ YT – 800..... 15
2.8 หุ่นยนต์ทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน VR – 600..... 16
2.9 การทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดินของบุคลากร..... 17
2.10 แสดงรูปแบบตะกอนแบบละเอียด..... 18
2.11 แสดงรูปแบบตะกอนแบบจับตัวฝังแน่น..... 18
2.12 แสดงรูปแบบตะกอนแบบจับตัวเป็นก้อน..... 19
2.13 จุดC.Mหรือจุด C.G ของวัตถุรูปทรงเรขา..... 21
2.14 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงใดๆ..... 22
2.15 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ..... 22
2.16 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ..... 22
2.17 ซีลกันน้ำชนิดต่างๆ..... 24
2.18 ไฟใต้น้ำหลอดชนิดฮาโลเจน..... 25
2.19 แสดงรอกเดี่ยวตายตัว..... 27
2.20 แสดงรอกเดี่ยวเคลื่อนที่..... 27
2.21 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR..... 29
3.1 แสดงรายละเอียดการทำงาน..... 32
3.2 แสดงแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบ 3 มิติ..... 33
3.3 แสดงแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านหน้า..... 34
3.4 แสดงแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านบน..... 34

DPU

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.5 แสดงแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านข้าง..... 35
3.6 แสดงแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านหลัง..... 35
3.7 หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแบบสมบูรณ์ Section Line..... 36
3.8 แสดงชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอน..... 36
3.9 อุปกรณ์ช่วยเหลือหุ่นยนต์ดูดตะกอนในการปฏิบัติงานในถังพักน้ำใต้ดิน..... 38
3.10 แสดงชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในชุดควบคุมและสั่งการ..... 39
3.11 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์.... 40
3.12 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์..... 41
3.13 การเชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์เข้าสู่ตัวประมวลผล..... 42
3.14 Use Case Diagram ของชุดควบคุมและสั่งการ..... 45
3.15 UML Sequence Diagram ของการทำงานผ่าน Login..... 46
3.16 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการทำงานผ่านชุดควบคุม..... 47
3.17 UML Sequence Diagram ของการควบคุมผ่านส่วนผสานกราฟิก..... 48
3.18 UML Sequence Diagram ของการแสดงภาพจากจอรับสัญญาณ..... 49
3.19 UML Sequence Diagram ของการทำงานส่วนเปิด-ปิดสัญญาณภาพ..... 50
3.20 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการเลือกกล้องรับสัญญาณภาพ..... 51
3.21 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการเลือกช่องสัญญาณการเชื่อมต่อ..... 52
3.22 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอ..... 53
3.23 ส่วนของหน้าต่างของ Login เข้าใช้ระบบ..... 54
3.24 รายละเอียดหน้าต่างการเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้..... 54
3.25 สถานการณ์ทำงานของหน้าตารางการตรวจสอบการทำงาน..... 55
3.26 สถานการณ์ทำงานของหน้าข้อมูลภาพและวีดีโอ..... 56
3.27 หน้าต่างการใช้งาน GUI..... 56
3.28 ER-Diagramแสดงการทำงานของฐานข้อมูล..... 58
3.29 UseCase Diagram การจัดการข้อมูลผู้ใช้ของ Admin..... 59
3.30 UML Sequence Diagram การเข้าระบบของ Admin..... 60
3.31 UML Sequence Diagram การเพิ่มข้อมูลผู้ใช้..... 61

DPU

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.32 UML Sequence Diagram การลบข้อมูลผู้ใช้ 62
3.33 UML Sequence Diagram การเก็บข้อมูลการทำงานของผู้ใช้ 63
3.34 UML Sequence Diagram การบันทึกภาพการทำงานของหุ่นยนต์ 64
3.35 UML Sequence Diagram การบันทึกวิดีโอการทำงานของหุ่นยนต์ 65
4.1 การทดสอบประสิทธิภาพ 67
4.2 การหาจุดรั่วซึมและหาจุดที่น้ำซึมเข้าภายในกล่องเพื่อทดสอบและแก้ไขระบบกันน้ำ 69
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำที่มีความลึก 0.8 เมตร 70
4.4 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่ที่มีสภาพพื้นผิวมันและหยาบ 70
4.5 การทดสอบประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ภายในแอ่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร 71
4.6 การทดสอบประสิทธิภาพไฟส่องสว่างของตัวหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ 71
4.7 แสดงถึงความแตกต่างของภาพขณะที่อินฟาเรทำงานกับใช้ไฟส่องสว่าง 72
4.8 ภาพของกล้องเมื่อโดนตัดสัญญาณ (มองเห็นเป็นภาพสีดำมืด) 72
4.9 สถานที่มีแสงสว่างมากเกินไปกับมีตะกอนเยอะและน้ำขุ่น 73
4.10 ฟังก์ชันในการตั้งค่าของกล้อง 73
4.11 แสดงที่อยู่ของไฟล์รูปภาพC:\NewFolder\Picture\day\test robot.jpg 74
4.12 ไฟล์รูปภาพที่ได้จากการบันทึกจะมีคอมเม้นใต้รูปในไฟล์ภาพ 75
4.13 แสดงที่อยู่ของไฟล์วิดีโอ C:\NewFolder\Video\???? (ชื่อผู้ใช้) 76
4.14 ไฟล์วิดีโอที่ได้จากการบันทึกหรือ Record 76
4.15 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำในสถานที่จำลอง 77
4.16 การดำเนินงานและปฏิบัติการสำรวจและดูดตะกอนใต้น้ำ 78
4.17 แสดงรูปแบบการเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ 79
4.18 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่ 80
4.19 ตะกอนที่ออกท่อน้ำทิ้งจากการทำความสะอาดถังพักน้ำของหุ่นยนต์ดูดตะกอน 80
5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ 84

DPU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ระบบการผลิตน้ำของประเทศไทยเป็นที่ยอมรับในมาตรฐานระดับนานาชาติ โดยได้รับมาตรฐาน ISO 9002 ด้านการผลิตน้ำประปา จากสถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ และมีระดับคุณภาพน้ำสอดคล้องตามค่ามาตรฐานตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกปี 2006 ว่ามีความปลอดภัยและสามารถดื่มได้

น้ำประปาที่ผลิตได้เหล่านี้จำเป็นที่จะต้องถูกส่งผ่านท่อขนาดใหญ่ ไปสู่สถานีเพิ่มแรงดันน้ำตามจุดต่างๆ ก่อนที่จะถูกส่งผ่านไปตามระบบท่อ ก่อนถึงก๊อกน้ำตามบ้านเรือนหรือในกรณีที่เป็นหน่วยงานขนาดใหญ่จำเป็นต้องนำน้ำไปสู่ถังพักน้ำก่อนจะจ่ายน้ำไปตามชั้นต่างๆ จะเห็นได้ว่าน้ำประปาเหล่านี้ต้องถูกส่งผ่านหลายขั้นตอน แม้ว่าขั้นตอนการผลิตจะได้มาตรฐานแต่ผู้บริโภคมักจะมีคำถามกับระบบการจัดส่งน้ำ ระบบพักน้ำ และระบบประปาภายในบ้านว่ามีความสะอาดได้มาตรฐานหรือไม่

การประปานครหลวงได้มีโครงการเสริม โดยการให้บริการทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดินกับประชาชน เพื่อให้ระบบพักน้ำมีความสะอาดมากขึ้นแต่เนื่องจากบุคลากรที่จะมาทำหน้าที่ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สูงในการล้างถังพักน้ำ อีกทั้งยังมีความเสี่ยงในการทำงาน และยังสิ้นเปลืองทรัพยากรน้ำในการปฏิบัติงานซึ่งความต้องการล้างทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดินขนาดใหญ่มีมากขึ้น จึงทำให้การประปานครหลวงไม่สามารถให้บริการได้ทั่วถึงดังนั้นการประปาจึงมีนโยบายโดยการนำนวัตกรรมใหม่ๆ เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ให้สามารถรองรับความต้องการของผู้พักอาศัยที่มีเพิ่มมากขึ้น

การทำสะอาดถังพักน้ำแบบเดิมเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและต้องใช้เวลามากในการปฏิบัติงาน โดยการสูบน้ำออกจากถังพักน้ำทำการวางจุดค้ำยันรอบๆเพื่อป้องกันไม่ให้ถังเก็บน้ำใต้ดินเกิดการทรุดตัวเนื่องจากปริมาตรของน้ำที่อยู่ในถังพักน้ำได้หายไปการส่งบุคลากรลงไปทำความสะอาด ซึ่งต้องเป็นบุคลากรที่มีประสบการณ์ โดยต้องทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงสูง และเนื่องจากบุคลากรที่มีประสบการณ์ในการทำความสะอาดถังพักน้ำมีจำนวนน้อย จึงไม่สามารถรองรับการให้บริการได้ทั่วถึง

งานวิจัยนี้ต้องการเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในส่วนของระบบพักน้ำ โดยการออกแบบระบบที่สามารถทำให้การล้างถังพักน้ำทำได้สะดวก รวดเร็วมากขึ้นและมีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด โดยการใช้หุ่นยนต์มาใช้ในงานล้างถังพักน้ำ เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายในการที่พนักงานจะต้องลงไปล้างในถังพักน้ำขนาดใหญ่ ลดระยะเวลาการปฏิบัติงาน ลดจำนวนพนักงานผู้ปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการผู้ใช้น้ำ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องสูบน้ำออกจากถังพักน้ำจนเกือบหมด ระบบที่จะพัฒนานี้ จะใช้การส่งหุ่นยนต์ลงไปในถังพักน้ำ ดูดสิ่งสกปรกออกจากใต้ถังพักน้ำมาทิ้งด้านนอก โดยใช้เครื่องบังคับทิศทางแบบใช้สายในการสั่งการให้หุ่นยนต์ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจทำให้สามารถปฏิบัติงานในวันปกติได้โดยไม่รบกวนกับการใช้น้ำ สามารถเพิ่มจำนวนการให้บริการ ซึ่งจะเป็นการจูงใจให้ผู้ใช้น้ำให้ความสำคัญในบริการล้างถังพักมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. ออกแบบ โครงสร้างของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ กับระบบการขับเคลื่อนใต้น้ำ และส่วนควบคุมต่างๆ สำหรับหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ
2. ออกแบบและสร้าง วงจรไฟฟ้ากับอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ
3. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์สำหรับทำความสะอาดต่างๆ
4. พัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถดูดตะกอนใต้น้ำและถ่ายทอดภาพมายังจุดควบคุมได้
5. สร้างส่วนต่อประสานกราฟิก (GUI) กับผู้ปฏิบัติงานเพื่อความสะดวกในการใช้งานและตั้งค่าต่างๆ ของหุ่นยนต์
6. ระบบการนำหุ่นยนต์ขึ้น-ลงจากถังเก็บน้ำใต้ดิน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สามารถลงไปดูดตะกอนในน้ำ ที่มีความลึกไม่เกิน 5 เมตร
2. ทำการขับเคลื่อนระยะไกลแบบใช้สาย โดยสามารถขับเคลื่อนได้ 4 ทิศทาง ได้แก่เดินหน้าถอยหลังทางซ้ายและทางขวา
3. สามารถปฏิบัติการในที่มืดได้เนื่องจากมีระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ
4. สามารถติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมที่มีน้ำหนักไม่เกิน 4 กิโลกรัมได้
5. สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงสุด 0.5 เมตร/วินาที

6. การปฏิบัติงานสามารถดูดตะกอนใต้น้ำในพื้นที่ขนาดไม่เกินกว้าง 10 เมตร ยาว 10 เมตร และสูงไม่เกิน 5 เมตร

7. สามารถส่งสัญญาณภาพขณะปฏิบัติงานใต้น้ำได้

8. อัตราในการทำความสะอาดประมาณ 1 เมตร/นาที (ขึ้นกับปริมาณตะกอน) ทั้งนี้ไม่รวมเวลาการติดตั้งและสำรวจ

9. สามารถดูดตะกอนเฉพาะที่ไม่จับตัวแข็งเป็นก้อน

10. มีระบบเก็บข้อมูลของผู้ปฏิบัติงานและหุ่นยนต์ (Database)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พัฒนาระบบการขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ในสภาวะใต้น้ำให้เคลื่อนที่และปฏิบัติงานได้
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยปฏิบัติการดูดตะกอนของการประปา
3. เพื่อลดความเสี่ยงต่อบุคลากรของการประปาจากกรณีที่อาจเกิดขึ้นได้ต่าง ๆ
4. เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการที่มีมากขึ้น
5. ประหยัดทรัพยากรน้ำเพราะไม่ต้องสูบน้ำส่วนบนของถังทิ้ง

DPU

1.5 ภาพรวมของระบบ

ภาพที่ 1.1 ภาพรวมของระบบ

การทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำมีส่วนประกอบต่างๆในการทำงาน และมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งระบบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำดังแสดงในภาพที่ 1.1 ซึ่งประกอบไปด้วย

คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ โดยแสดงภาพขณะปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ และเก็บและบันทึกข้อมูลต่างๆขณะปฏิบัติงาน

ระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า และระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ เป็นชุดอิเล็กทรอนิกส์มีการรอรับคำสั่งมาจากการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คเสมือนเป็นสื่อกลางการเชื่อมต่อ

ระหว่างคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คกับหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ หรือจะควบคุมการทำงานกับหุ่นยนต์ดูดตะกอนได้โดยตรงโดยใช้กล่องสวิตช์ควบคุม

หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำมีหน้าที่รอรับสัญญาณที่มาจากระบบควบคุมและส่งสัญญาณภาพไปยังคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คเพื่อแสดงภาพขณะปฏิบัติงานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำมีส่วนประกอบต่างๆ ระบบขับเคลื่อน ระบบปั๊มที่มีหน้าที่ดูดตะกอน ระบบแปรงทำความสะอาดพื้นผิวของถังเก็บน้ำ ระบบกล้องและไฟส่องสว่าง

การทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ จะถูกสั่งการทำงานมาจากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊คหรือกล่องสวิตช์ควบคุม โดยสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ ควบคุมการเปิด-ปิดของปั๊มดูดตะกอน ควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องขณะบันทึกภาพใต้น้ำ ควบคุมการเปิด-ปิดแปรงทำความสะอาดพื้นของถังเก็บน้ำ สัญญาณจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ และจะส่งผ่านไปยังหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ โดยผ่านสายเคเบิ้ล ซึ่งในสายเคเบิ้ลนั้น จะประกอบไปด้วยสายสัญญาณต่างๆหลายๆเส้นรวมกัน และ หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำจะส่งสัญญาณภาพโดยผ่านสายเคเบิ้ลมายังจุดควบคุม

1.6 ส่วนงานย่อย

ในการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำนั้น จะมีการแบ่งงานเป็น 2 ส่วนหลักๆ โดยแบ่งออกเป็นดังต่อไปนี้

1. ส่วนงานด้านโครงสร้างและระบบช่วยเหลือหุ่นยนต์

ส่วนงานในด้านโครงสร้างนั้นจะเป็นการออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำลองโครงสร้างของหุ่นยนต์และทำการวิเคราะห์เลือกใช้วัสดุต่างๆในด้านโครงสร้างและจัดหาออกแบบอุปกรณ์ต่างๆที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับหุ่นยนต์ในส่วนต่างๆ รวมถึงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ โดยจะมีแบ่งทีมงานรับผิดชอบในการประกอบโครงสร้างต่างๆของหุ่นยนต์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพทางด้านโครงสร้างด้วย

2. ส่วนงานด้านอิเล็กทรอนิกส์และโปรแกรม

ส่วนงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และโปรแกรม จะเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าและควบคุมต่างๆของหุ่นยนต์โดยจะต้องออกแบบระบบให้สามารถทำงานควบคู่กับโครงสร้างได้ โดยจะเป็นการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุม ประยุกต์ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ มีการทดลองด้านกล่องกันน้ำของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลังหุ่นยนต์ และพัฒนาโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ให้สามารถทำงานได้ และพัฒนาการถ่ายทอดสัญญาณภาพในขณะที่ปฏิบัติงาน พร้อมด้วย พัฒนาการเก็บข้อมูลต่างๆในการบันทึกข้อมูลต่างๆ

DPU

ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลของผู้ใช้งาน ข้อมูลสถานที่ปฏิบัติงาน เวลาในการปฏิบัติงาน สามารถบันทึกภาพถ่ายและวีดิโอ เป็นต้น เพื่อที่จะเป็นข้อมูลที่สำคัญในการพิจารณาในด้านต่างๆ ของการปฏิบัติงานในครั้งต่อๆ ไปด้วย

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้

1. JKH Horizontal Submersible Pump 400
2. Drill DC Motor 12V
3. ET-BASE AVR ATmega64
4. Switching power supply COSEL, 13.8V, 125A
5. CCTV Submersible Camera 550 TVL
6. Driver Motor Circuit 30 A
7. Joy StickF710 Wireless Gamepad - Logitech
8. ชุดรอกสลิงCOME-UP HEAVY DUTY WINCH 1200 Lbs.
9. Laptop หรือ Notebook
10. Video Converter Easycap
11. แปรงทำความสะอาด

1.8 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

1. Microsoft Visual Studio
2. AVR Studio
3. Serial Terminal
4. Honestech VHS to DVD 2.0 SE

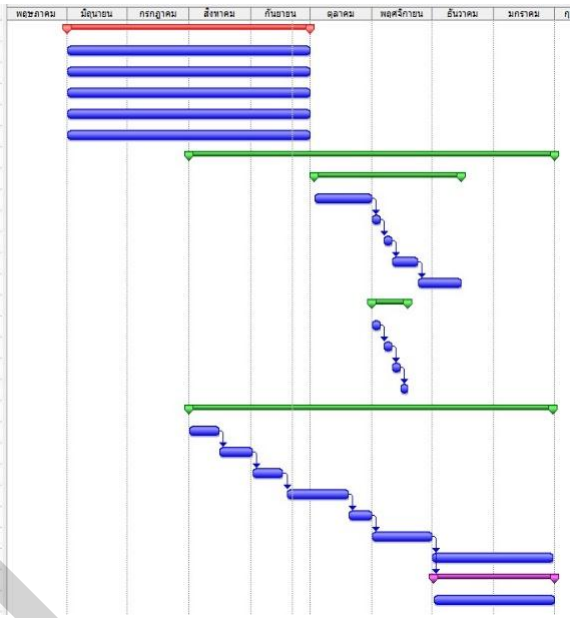
1.9 ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา

1. ภาษา C
2. ภาษา C#

DPU

1.10 แผนงาน

	Task Name	Duration	Start	Finish
1	ออกแบบ	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
2	โครงสร้าง	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
3	อิเล็กทรอนิกส์	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
4	โปรแกรม	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
5	ฐานข้อมูล	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
6	จัดหาอุปกรณ์	88 days?	1 มิถุนายน	30 กันยายน
7	สร้างและพัฒนา	132 days?	1 สิงหาคม	31 มกราคม
8	โครงสร้าง	54 days?	3 ตุลาคม	15 ธันวาคม
9	ระบบขับเคลื่อน	21 days?	3 ตุลาคม	31 ตุลาคม
10	ระบบปั๊ม	4 days?	1 พฤศจิกายน	4 พฤศจิกายน
11	ระบบทำความสะอาด	4 days?	7 พฤศจิกายน	10 พฤศจิกายน
12	ระบบกล้องและไฟส่องสว่าง	9 days?	11 พฤศจิกายน	23 พฤศจิกายน
13	ระบบรอกสลิง	16 days?	24 พฤศจิกายน	15 ธันวาคม
14	อิเล็กทรอนิกส์	14 days?	1 พฤศจิกายน	18 พฤศจิกายน
15	ระบบควบคุมขับเคลื่อน	4 days?	1 พฤศจิกายน	4 พฤศจิกายน
16	ระบบควบคุมปั๊ม	4 days?	7 พฤศจิกายน	10 พฤศจิกายน
17	ระบบควบคุมการทำความสะอาด	2 days?	11 พฤศจิกายน	14 พฤศจิกายน
18	ระบบควบคุมกล้องและไฟส่องสว่าง	4 days?	15 พฤศจิกายน	18 พฤศจิกายน
19	โปรแกรม	131 days?	1 สิงหาคม	30 มกราคม
20	ควบคุมการขับเคลื่อน	11 days?	1 สิงหาคม	15 สิงหาคม
21	ควบคุมการทำความสะอาด	13 days?	16 สิงหาคม	1 กันยายน
22	ควบคุมปั๊ม	11 days?	2 กันยายน	16 กันยายน
23	ควบคุมกล้องและไฟ	23 days?	19 กันยายน	19 ตุลาคม
24	ระบบไฟส่องสว่าง	8 days?	20 ตุลาคม	31 ตุลาคม
25	ระบบภาพ	22 days?	1 พฤศจิกายน	30 พฤศจิกายน
26	ฐานข้อมูล	43 days?	1 ธันวาคม	30 มกราคม
27	ทดสอบและพัฒนา	43 days?	2 ธันวาคม	31 มกราคม
28	ทดสอบ	43 days?	2 ธันวาคม	31 มกราคม



ภาพที่ 1.2 แผนงานในการพัฒนา

ระยะเวลาดำเนินการของโครงการ 6 เดือน ดังแสดงในภาพที่ 1.2 ซึ่งได้จัดทำเป็นแผนการปฏิบัติงานในแต่ละกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางและวิธีการศึกษา ซึ่งจะสามารถนำมาใช้กำกับและควบคุมการดำเนินงานให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับระยะเวลาของโครงการ ดังนี้

ระยะที่หนึ่ง เกี่ยวกับการออกแบบ การดำเนินงานการออกแบบระบบ โครงสร้าง อิเล็กทรอนิกส์ โปรแกรม ฐานข้อมูล และจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ

ระยะที่สอง เกี่ยวกับโครงสร้าง ทำการติดตั้ง ระบบขับเคลื่อน ระบบปั๊ม ระบบทำความสะอาด ระบบกล้องและไฟส่องสว่างระบบรอกสลิง รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมควบคุมระบบต่างๆ ของหุ่นยนต์ด้วย

ระยะที่สาม เกี่ยวกับการทดสอบและพัฒนา จะทำการทดสอบการทำงานในที่ต่างๆ ทั้งสภาพแวดล้อมแบบจำลองและสภาพแวดล้อมจริง

DPU

1.11 การทดสอบ

การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำจะทำการทดสอบแบ่งเป็น3 ระยะ ดังนี้

ระยะแรก ทำการทดสอบระบบขับเคลื่อนและส่งสัญญาณภาพ สถานที่ทำการทดสอบจะมีลักษณะน้ำใสเพื่อสามารถมองเห็นหุ่นยนต์ในการทำงานได้ เช่น สระว่ายน้ำมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ระยะที่สอง ทำการทดสอบระบบขับเคลื่อน ระบบปั๊ม ระบบไฟ ระบบสัญญาณภาพ ระบบรอกสลิง สถานที่ทำการทดสอบจะมีลักษณะที่มีความมืดใกล้เคียงกับบ่อพักน้ำและมีตะกอนเล็กน้อย เช่นบ่อพักน้ำ อาคาร 6 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ หรือ บ่อเลี้ยงปลา

ระยะที่สาม จะทำการทดสอบในสถานที่ทำการล้างถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่จริง

DPU

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสำหรับใช้ในการออกแบบและพัฒนาของระบบหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ โดยเนื้อหาจะครอบคลุมตั้งแต่การใช้งานหุ่นยนต์ในการทำความสะอาด หุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำ การทำความสะอาดถังเก็บน้ำ ชนิดของตะกอนใต้น้ำ รวมทั้งการออกแบบระบบโครงสร้าง ระบบไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ และระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาด

ในปัจจุบันมีการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อใช้ในภารกิจต่างๆ ทั้งด้านการทหาร การสำรวจสภาพภูมิประเทศ การแพทย์ หรือแม้กระทั่งการเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวัน หุ่นยนต์ทำความสะอาดนับเป็นหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาในหลายๆรูปแบบเช่น หุ่นยนต์ทำความสะอาดพื้น หุ่นยนต์ทำความสะอาดกระจก หุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อหุ่นยนต์ทำความสะอาดหลังคา หุ่นยนต์ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศหุ่นยนต์ทำความสะอาดโรงงานเป็นต้น

2.1.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาดพื้นบ้าน Mint Robot Mob and Duster

ภาพที่ 2.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาดพื้นบ้าน Mint Robot Mob and Duster

บริษัท Evolution Robotics เป็นผู้ผลิตหุ่นยนต์ทำความสะอาดพื้นบ้านในระบบอัตโนมัติ ชื่อว่า Mint Robot Mob and Duster ซึ่งสามารถทำความสะอาดเข้าถึงทุกจุดของบ้านได้อย่างอัตโนมัติดังแสดงในภาพที่ 2.1

หลักการทำความสะอาดของMint Robot Mob and Duster คือ จะมีผ้าทำความสะอาดดูดสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ตรงส่วนหน้าของตัวเครื่อง จากนั้น Mint Robot Mob and Duster ก็จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยระบบSensor ที่สามารถตรวจจับวัตถุและสิ่งกีดขวางและทำการหักหลบสิ่งกีดขวางได้ด้วยตัวเอง หรือสามารถตั้งโปรแกรมให้ Mint Robot Mob and Dusterทำความสะอาดในพื้นที่ที่เรากำหนดก็ได้

2.1.2 หุ่นยนต์ทำความสะอาดกระจก Windoro

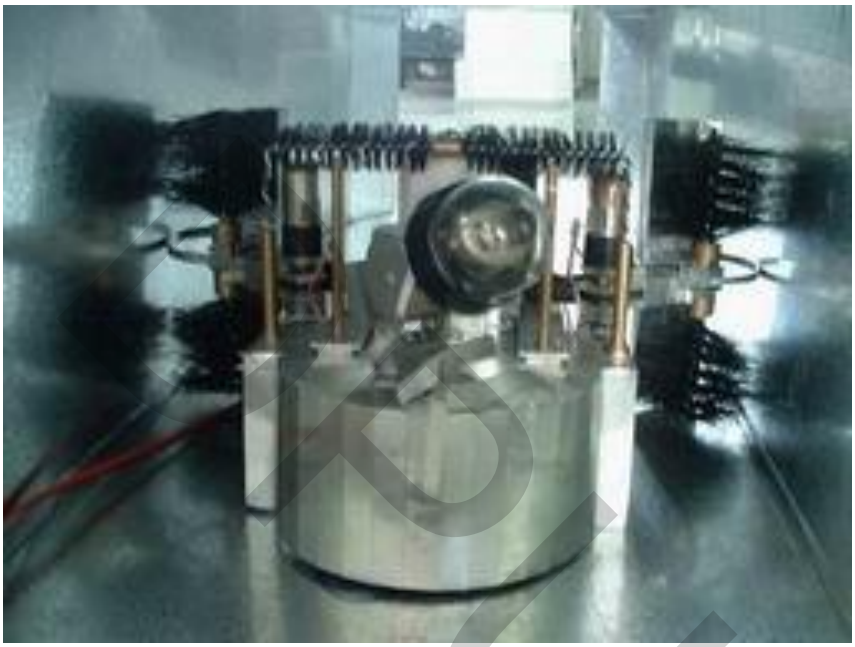
ภาพที่ 2.2 หุ่นยนต์ทำความสะอาดกระจกWindoro

นักวิจัยที่ Pohang Institute of Intelligent Robotics (PIRO) ในเกาหลีใต้ได้พัฒนาหุ่นยนต์ช่วยทำความสะอาดผนังห้อง หรือหน้าต่างที่เป็นกระจก ที่ชื่อว่า windoro ดังแสดงในภาพที่ 2.2

หลักการทำงานที่ทำให้ Windoro สามารถยึดติดผนังกระจกได้คือการใช้หุ่นยนต์ 2 ตัวอยู่คนละด้านของกระจก โดยทั้งสองตัวจะดึงดูดซึ่งกันและกันด้วยแม่เหล็ก neodymium ซึ่งการใช้ระบบแม่เหล็กจะมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ระบบสุญญากาศ และหุ่นยนต์มีเซ็นเซอร์ตรวจจับ

ระยะ การปรับตำแหน่ง และการตรวจจับสิ่งกีดขวางในขณะเคลื่อนที่ไปบนกระจกด้วย ในระหว่างการเคลื่อนที่แผ่นทำความสะอาดที่อยู่ตรงกลางจะหมุน เพื่อทำความสะอาดกระจกไปด้วยพร้อมกัน สำหรับผู้ที่พักอาศัยบนอาคารสูงๆ การทำความสะอาดหน้าต่างกระจกเป็นเรื่องที่ซับซ้อน โดยเฉพาะในกรณีที่จะต้องถอดกระจกออกมาล้างก่อนที่จะใส่กลับเข้าไปใหม่

2.1.3 หุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ

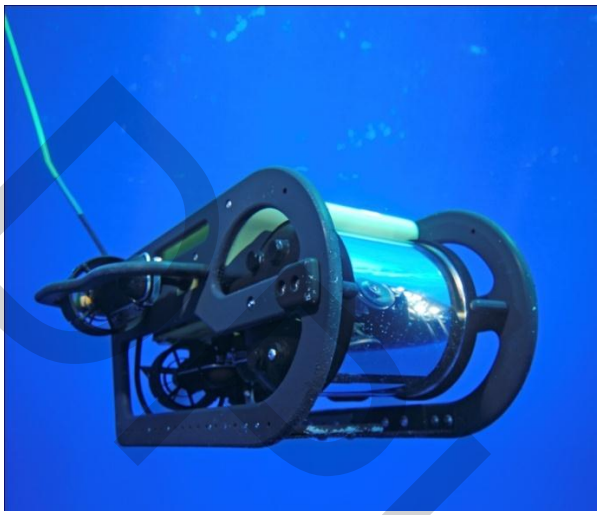


ภาพที่ 2.3 หุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ

สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนามมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้พัฒนาหุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ ดังแสดงในภาพที่ 2.3ซึ่งมีการเคลื่อนที่แบบอาศัยล้อในการเคลื่อนที่ ประกอบไปด้วยส่วนชุดขับเคลื่อน โดยใช้ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เป็นตัวส่งกำลังไปยังห้องเฟือง เพื่อให้สามารถทดกำลังส่งต่อไปขับล้อได้ นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วยส่วนกลไกแขนแปรงเพื่อใช้ในการทำความสะอาดตามความกว้างของท่อชุดแปรงทำการออกแบบให้มีการถอดเปลี่ยนได้ง่ายในลักษณะ Ball spring plunger lock ซึ่งชุดแปรงถูกออกแบบให้สามารถขยายขนาดตามด้านกว้างของท่อได้ ซึ่งอาศัยช่วงความยาวของแขนแปรงเป็นรัศมีวงกลมโดยจุดหมุนอยู่ที่จุดศูนย์กลางของมอเตอร์ขับแขนแปรง เมื่อหุ่นยนต์ขยายขนาดตามความกว้างของท่อ จะทำการหมุนแขนแปรง ซึ่งทำให้แปรงมีการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นรอบวงส่งผลให้แปรงสามารถเพิ่มระยะยื่นออกไปด้านข้างได้ โดยมอเตอร์ขับแขนแปรง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

กระแสตรง 12 โวลต์เป็นตัวขับและได้ทำการยึดติดไว้กับแผ่นยึดชั้นบน เพื่อที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถทำความสะอาดในบริเวณท่อที่มีขนาดสูงขึ้น จึงออกแบบให้สามารถขยายตัวได้ในแนวดิ่ง โดยแผ่นยึดชั้นบนจะติดกับแกน Ball screw ในส่วนของด้านหน้าได้ทำการติดตั้งกล้อง CCD Infraredเพื่อใช้ในการมองและสำรวจเส้นทาง

2.2 หุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำ



ภาพที่ 2.4 หุ่นยนต์ปฏิบัติการสำรวจใต้น้ำ

ในปัจจุบันหุ่นยนต์ต่างๆเข้ามามีผลกับชีวิตประจำวันมากมายรวมถึงหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานเฉพาะทาง เช่น หุ่นยนต์กู้ระเบิด หุ่นยนต์ประกอบเครื่องจักรกล หุ่นยนต์สำรวจ เป็นต้นซึ่งหุ่นยนต์แต่ละแบบนั้นจะมีรูปแบบ และคุณสมบัติแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับว่างานที่ต้องการนั้นเป็นงานประเภทไหน สภาพแวดล้อมเป็นอย่างไร หรือ ต้องการให้มีการทำงานอย่างไร

หุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำ (Remotely operated underwater Vehicle) หรือ ROV เป็นหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานเฉพาะทางโดยเฉพาะด้านการทหาร ซึ่งมีเรือดำน้ำทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่เมื่อเข้าศตวรรษที่ 19 หุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำจึงเกิดขึ้นในงานปฏิบัติการทางทหารของประเทศสหรัฐอเมริกาเพื่อใช้ในงานเก็บกู้ทุ่นระเบิดใต้น้ำ หลังจากนั้นหุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำก็เริ่มมีการถูกนำมาใช้งานต่างๆมากขึ้น โดยปฏิบัติการที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด คือ การส่งหุ่นยนต์ ROV ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ลงไปอุดรอยรั่วของแท่นขุดเจาะน้ำมันในท้องทะเล ที่อ่าวเม็กซิโก ประเทศ

สหรัฐอเมริกา ซึ่งทำได้เป็นผลสำเร็จ หลังจากนั้นก็เริ่มมีผู้รู้จักและสนใจหุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำมากขึ้น

ข้อแตกต่างที่ทำให้การสร้างหุ่นยนต์ยนต์ใต้น้ำต่างจากการสร้างหุ่นยนต์บนบก คือ ในใต้น้ำนั้น มีปัจจัยที่ต่างจากบนบกหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ทัศนะวิสัย แรงดัน สภาพพื้นน้ำ หรืออุปสรรคอื่นๆ ซึ่งตัวแปรเหล่านี้จะต้องถูกนำเข้ามาเป็นปัจจัยในการสร้างหุ่นยนต์ด้วย รวมทั้งระบบการกันน้ำเข้าในจุดต่างๆทางอิเล็กทรอนิกส์อีกด้วย

2.2.1 หุ่นยนต์ทำความสะอาดสำหรับเรือ

ภาพที่ 2.5 แบบหุ่นยนต์ ROV 125 HP Work class

สำหรับเรือเดินทะเลหรือเรือรบขนาดใหญ่นั้น จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ทั้งในจุดที่เข้าถึงยากแก่การเข้าถึงเช่นใต้ท้องเรือ หางเสือ ใบพัด ในอดีตจะต้องส่งนักประดาน้ำลงไปสำรวจว่า มีเศษหรือ สิ่งต่างๆเข้าไปติดขัด หรือ อาจทำให้เกิดความเสียหายหรือไม่ ซึ่งการส่งนักประดาน้ำเข้าสำรวจไม่สามารถทำงานได้เป็นระยะเวลานาน ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการประยุกต์นำเอาหุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำ (ROV) มาติดตั้งอุปกรณ์เสริมต่างๆเพื่อใช้ในการตรวจสอบดูแลส่วนต่างๆที่ต้องซ่อมบำรุง ตัวอย่างเช่นหุ่นยนต์ ROV 125 HP Work class ดังแสดงในภาพที่ 2.5ซึ่งหากต้องการให้หุ่นยนต์สามารถทำงานอื่นๆได้ก็จะต้องติดตั้งอุปกรณ์เสริมเข้าไปยังตัวหุ่นยนต์เช่น มือจับ ท่อฉีดแรงดันน้ำสำหรับกำจัดเพรียง เป็นต้น

2.2.2 หุ่นยนต์ทำความสะอาดสระว่ายน้ำ

ภาพที่ 2.6 หุ่นยนต์ทำความสะอาด iRobot Verro Pool Cleaning Robot Model 300

สระว่ายน้ำจะมีกระบวนการบำบัดและหมุนเวียนน้ำแต่ระบบนั้นไม่สามารถกรองสิ่งต่างๆที่มีขนาดใหญ่ได้ซึ่งการเก็บสิ่งต่างๆ เช่นใบไม้ หรือ แผ่นพลาสติกที่อยู่ใต้น้ำนั้นโดยมากจะใช้คนลงไปเก็บ แต่ในปัจจุบันได้มีการประยุกต์นำเอาหุ่นยนต์มาใช้ในงานนี้ ซึ่งจะมีขนาดต่างๆ ตามกำลังการใช้งาน หรือสมรรถนะ ตัวอย่างเช่นiRobot Verro Pool Cleaning Robot Model 300 ดังแสดงในภาพที่ 2.6

การทำงานของเครื่องนี้จะทำการดูดสิ่งต่างๆเช่นใบไม้ เข้าทางด้านหน้าเครื่องโดยที่จะดูดน้ำเข้าไปด้วยแต่ ใบไม้นั้นจะถูกเก็บไว้ในถุงพักขยะซึ่งจะถูกเก็บไว้ในตัวหุ่นยนต์อีกทีโดยที่ น้ำที่ถูกดูดเข้าไปนั้นก็จะช่วยเรื่องของการส่งแรงเคลื่อนที่ไปด้านหน้าอีกด้วย แต่สำหรับ Model 300 นี้จะเคลื่อนที่อย่างอิสระโดยไม่สามารถบังคับได้ ซึ่งในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนารุ่นใหม่ๆ ออกมาอีกมากมายและหลายยี่ห้อ ซึ่งก็จะมีเทคนิค แตกต่างกันออกไป และในปัจจุบันก็มีรุ่นที่สามารถบังคับทิศทางผ่านสายเคเบิ้ลได้แล้วเพียงแต่ว่ายังเป็นหุ่นยนต์ทำความสะอาดสระน้ำที่มีราคาสูงมาก

2.2.3 หุ่นยนต์ทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ YT – 800

ภาพที่ 2.7 หุ่นยนต์ทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ YT - 800

บริษัท Weda Pool cleaner ได้พัฒนาหุ่นยนต์ทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ YT – 800 ดังแสดงในภาพที่ 2.7 โดยใช้ในอุตสาหกรรมการทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำ ตัวหุ่นยนต์มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 120 x 115 x 90 เซนติเมตร

หุ่นยนต์ Weda YT - 800 ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าระยะไกลใต้น้ำและควบคุมกล้องใต้น้ำ ใช้ปั๊มน้ำที่มีกำลังสูบน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาดพื้นที่ ที่มีขนาดกว้างใหญ่ ตะกอนจะถูกสูบผ่านท่อไปยังจุดที่ปล่อยน้ำทิ้ง ระบบขับเคลื่อนจะใช้ระบบสายพานลำเลียงโดยเคลื่อนที่ได้ 0.5 - 10 เมตรต่อนาที ในการปฏิบัติงานใช้บุคลากรเพียงคนเดียวในการควบคุม YT - 800 เป็นการควบคุมระยะไกลโดยใช้ กล่องควบคุมหุ่นยนต์พร้อมกับควบคุมกล้องใต้น้ำ

DPU

2.2.4 หุ่นยนต์ทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน VR – 600

ภาพที่ 2.8 หุ่นยนต์ทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน VR – 600

บริษัท Weda Pool cleaner ได้พัฒนาหุ่นยนต์ทำความสะอาดอ่างเก็บน้ำใต้ดินรุ่น VR-600ดังแสดงในภาพที่ 2.8 มีขนาด (กว้าง x ยาว x สูง) 59.5 x 73.5 x 40 เซนติเมตรสำหรับการทำความสะอาดน้ำอ่างเก็บน้ำในอาคาร

การทำงานหุ่นยนต์ทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน VR - 600 ควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าระยะไกลใต้น้ำและควบคุมกล้องใต้น้ำ ใช้ปั๊มน้ำที่มีกำลังสูบ 70 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงในการทำความสะอาดพร้อมแปรงที่หมุนโดยไม่เพิ่มความขุ่นของตะกอนที่อยู่ใต้น้ำ ส่วนตะกอนจะถูกสูบผ่านท่อไปยังจุดที่ปล่อยน้ำทิ้ง โดยใช้ระบบสายพานลำเลียงในการขับเคลื่อนได้ 0.5 - 10 เมตรต่อนาทีขึ้นอยู่กับความลึกของตะกอน ในการปฏิบัติงานใช้บุคลากรเพียงคนเดียวในการควบคุม VR - 600 เป็นการควบคุมระยะไกลโดยใช้ กล่องควบคุมหุ่นยนต์พร้อมกับควบคุมกล้องใต้น้ำ

DPU

2.3 การทำความสะอาดถังเก็บน้ำ

ภาพที่ 2.9 การทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดินของบุคลากร

การทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน โดยปกติจะใช้บุคลากรที่มีประสบการณ์ลงไปทำความสะอาดดังแสดงในภาพที่ 2.9 ซึ่งมีขั้นตอนเพื่อการทำงานและความปลอดภัยดังนี้

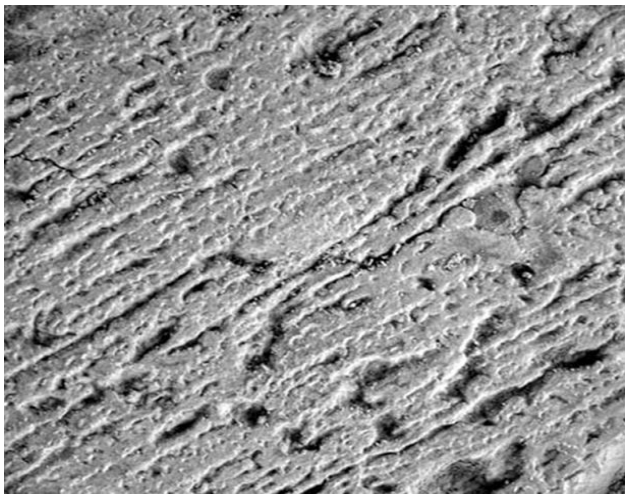
1. ตรวจสอบโครงสร้างอาคารมีรอยร้าวที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือไม่
2. สูบน้ำออกจากถังพักน้ำใต้อาคารแล้วส่งคนลงไปวางจุดค้ำยันตามจุดต่างๆ
3. ส่งคนลงไปตรวจสอบสภาพของถังเก็บน้ำว่าผุกร่อนไปมากน้อยแค่ไหน
4. เริ่มให้บุคลากรทำความสะอาด
5. ปล่อยน้ำเข้าไปบางส่วนเพื่อใช้ในการสูบออกพร้อมตะกอน
6. เมื่อล้างเสร็จแล้วใส่น้ำใหม่เข้าไป
7. ถอดจุดค้ำยันออกที่ละจุด
8. ปล่อยการจ่ายน้ำปกติ

2.4 ตะกอนในน้ำ

ตะกอน คือ อินทรียวัตถุ หรือ อนินทรีย์วัตถุที่มีขนาดเล็กเช่น กรวด หิน ดินทราย ที่เกิดจากกระบวนการสลายตามธรรมชาติ ถูกพัดพาปะปนกับกระแสน้ำ และทับถมกันบริเวณด้านล่างที่กระแสน้ำไหลผ่าน ตะกอนมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับสิ่งปะปนในกระแสน้ำนั้นๆเช่น ดิน หิน ทราย หรือตะกอนที่เป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลาย ลักษณะเป็นสีคล้ำ มีความหยุ่น เรียกว่า โคลน อีกความหมายหนึ่งคือ อนุภาคที่แยกตัวออกมาจากสารละลาย เมื่อทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่ง

ตะกอนในน้ำนั้นมีหลากหลายรูปแบบขึ้นกับปริมาณและระยะเวลาที่ตกตะกอน โดยแบ่งเป็นประเภทหลักคือ ตะกอนแบบละเอียดตะกอนแบบจับตัวฝังแน่น และตะกอนแบบจับตัวเป็นก้อน ซึ่งแต่ละแบบนั้นจะต้องมีรูปแบบการทำความสะอาดที่แตกต่างกันออกไปดังแสดงในภาพที่ 2.10 ภาพที่ 2.11 และภาพที่ 2.12

ภาพที่ 2.10 รูปแบบตะกอนแบบละเอียด



ภาพที่ 2.11 รูปแบบตะกอนแบบจับตัวฝังแน่น

ภาพที่ 2.12 รูปแบบตะกอนแบบจับตัวเป็นก้อน

2.5 ระบบโครงสร้าง

โครงสร้างเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของหุ่นยนต์ ทำหน้าที่ยึดจับอุปกรณ์ต่างๆในตัวหุ่นยนต์และยังป้องกันอุปกรณ์ต่างๆไม่ให้ได้รับอันตรายจากภายนอก โครงสร้างของหุ่นยนต์เปรียบได้กับโครงกระดูกของมนุษย์ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามหน้าที่การทำงานและวัตถุประสงค์ของหุ่นยนต์นั้นๆเช่นหุ่นยนต์ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเลียนแบบการทำงานหรือการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างนั้นจะถูกออกแบบมาให้มีลักษณะคล้ายกับสิ่งมีชีวิตนั้นๆ วัสดุที่นิยมนำมาสร้างเป็นโครงสร้างของหุ่นยนต์ ได้แก่ อลูมิเนียม เหล็ก พลาสติก ฯลฯ ซึ่งการจะเลือกใช้วัสดุนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการนำไปใช้งาน หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ ใช้วัสดุในการทำโครงสร้างที่ไม่เป็นสนิม คือ อลูมิเนียม กับ สแตนเลส

อลูมิเนียม เป็นโลหะที่ได้รับการนิยมในการใช้งานมากที่สุด ในกลุ่มโลหะที่มีน้ำหนักเบา เพราะ อลูมิเนียมมีคุณสมบัติ ที่โดดเด่นหลายประการมีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา และมีกำลังวัสดุต่อน้ำหนักสูง จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ต่างๆ ตลอดจนชิ้นส่วนบางอย่าง ในเครื่องบิน จรวด และอุปกรณ์ในรถยนต์ เพื่อลดน้ำหนักของรถให้น้อยลง ทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง ตลอดจนชิ้นส่วนอากาศยานคุณสมบัติของอลูมิเนียมมีความเหนียวมาก สามารถขึ้นรูปด้วยกรรมวิธีต่างๆ ได้ง่าย และรุนแรง โดยไม่เสี่ยงต่อการแตกหัก มีจุดหลอมเหลวต่ำ หล่อหลอมง่าย และมีอัตราการไหลตัวสูง เป็นโลหะที่ไม่มีพิษต่อร่างกาย และไม่มีค่าการนำความร้อนสูง ใช้ทำภาชนะหุงต้มอาหาร และห่อรองรับอาหาร ทนทานต่อการเกิดเป็นสนิม และการผุกร่อน ในบรรยากาศที่ใช้งานโดยทั่วไปได้ดีมาก

สแตนเลสหรือเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นเหล็กที่มีปริมาณคาร์บอนน้อยกว่า 25% ของน้ำหนักมีส่วนผสมของโครเมียม อย่างน้อย 10.5% กำเนิดขึ้นในปี ค.ศ.1903 เมื่อนักโลหะวิทยาพบว่าการเติมนิเกิล โมบิดินัน ไททาเนียม หรือโลหะอื่นที่แตกต่างกันไปตามชนิดของคุณสมบัติเชิงกล และการใช้ลงไปในเหล็กธรรมดา ทำให้เหล็กมีความต้านทานการเกิดสนิมได้และคุณสมบัติเชิงกลของสแตนเลสมีส่วนผสมของเหล็กประมาณ 70-80% จึงมีคุณสมบัติในความแข็งแกร่ง ความเหนียว สแตนเลสสามารถทนการกัดกร่อนได้ดีกว่าวัสดุอื่นๆ โลหะโดยทั่วไปจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นฟิล์มออกไซด์บนผิวโลหะ ออกไซด์ที่เกิดบนผิวโลหะทั่วไป จะทำปฏิกิริยาออกซิไดซ์และทำให้พื้นผิวโลหะผุกร่อนที่เราเรียกว่า สนิม แต่สแตนเลสมีโครเมียมผสมอยู่10.5%จึงทำให้คุณสมบัติของฟิล์มออกไซด์บนผิวเปลี่ยนเป็นฟิล์มป้องกันหรือพาสซิฟเลเยอร์

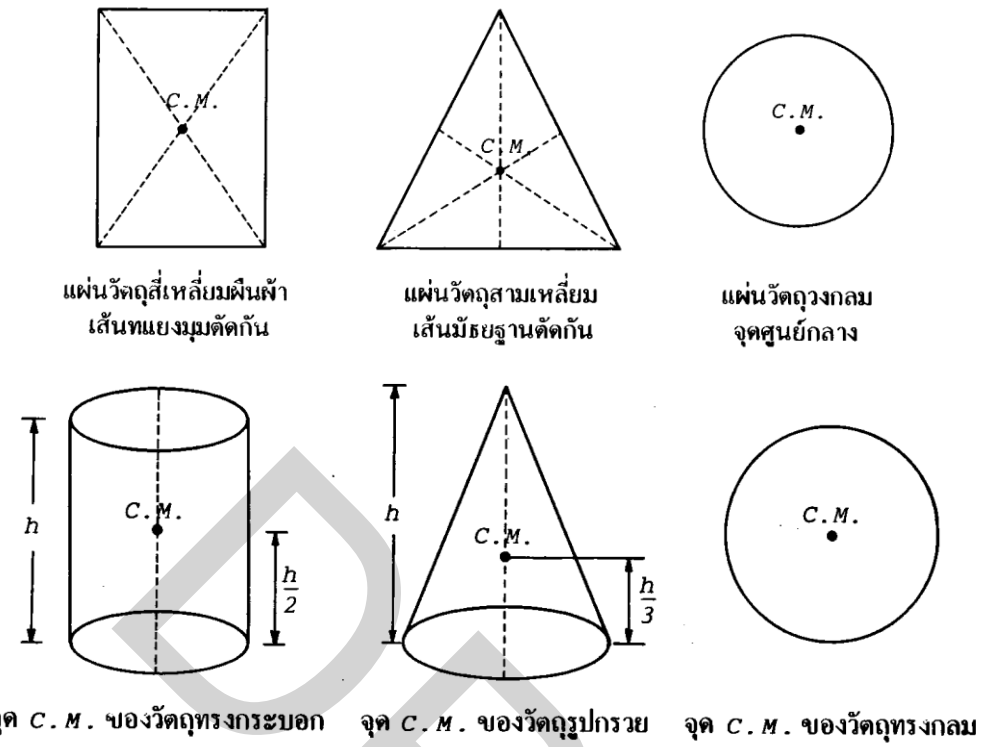
ในการออกแบบโครงสร้างต้องคำนึงถึงงานทั้งหมดให้อยู่ในหน่วยงานเดียวกันเป็นกลุ่มก้อนหรือมีความสัมพันธ์กันทั้งหมดของงานนั้นๆจึงใช้หลักทฤษฎีต่างๆเข้ามาคำนวณและออกแบบ

2.5.1 จุดศูนย์กลางมวล (C.M) และจุดศูนย์ถ่วง (C.G)

$$\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 A_1 + \bar{x}_2 A_2 + \bar{x}_3 A_3 + \bar{x}_4 A_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4} \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

จุดศูนย์กลางมวลของวัตถุ (C.M) คือ ตำแหน่งที่มวลรวมของวัตถุอยู่ซึ่งจุดนี้อาจจะอยู่ในหรือนอกวัตถุก็ได้โดยทั่วไป ถ้าวัตถุมีความสูงไม่มากนักจุด C.G และจุด C.M จะอยู่ที่ตำแหน่งเดียวกัน และถ้าวัตถุมีความสูงมากๆ จุด C.M และจุด C.G จะอยู่คนละจุด โดย C.G จะอยู่ตำแหน่งต่ำกว่าจุด C.M เสมอ เช่น จุด C.M และจุด C.G ของภูเขา

DPU



ภาพที่ 2.13 จุด C.M หรือ จุด C.G ของวัตถุรูปทรงเรขา

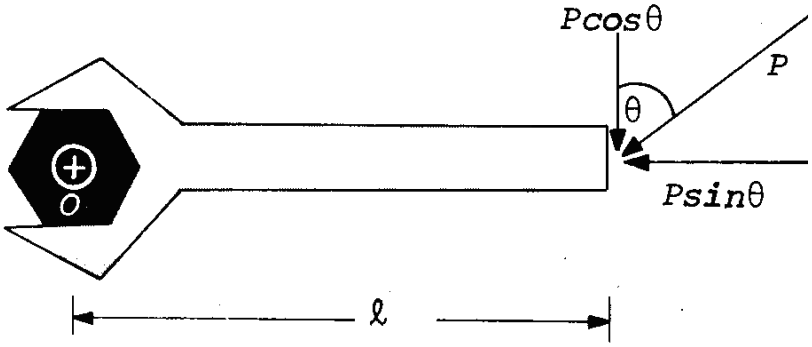
2.5.2 โมเมนต์(Moment)

โมเมนต์ คือ ผลหมุนของวัตถุมีขนาดเท่ากับ ผลคูณของแรงกับการกระจัดจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง เป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทางหน่วยของโมเมนต์ คือ นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) ทิศทางของโมเมนต์ได้แก่ทิศการเคลื่อนที่ของตะปูเกลียวนั่นเองการหาโมเมนต์

2.5.2.1 โมเมนต์เนื่องจากแรงใดๆ

โดยทั่วไปการหาโมเมนต์เนื่องจากแรงใดๆ เรามักจะแตกแรงให้ตั้งฉากกับแนวคานที่กระทำ ดังตัวอย่างในรูป ต้องการหาโมเมนต์รอบจุด O อันเนื่องจากแรง Pกระทำกับประแจเลื่อน

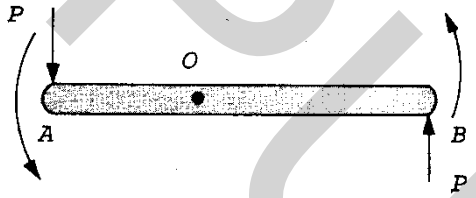
DPU



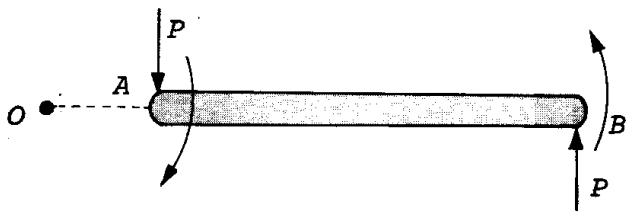
ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงใดๆ

2.5.2.2 โมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ

โมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบมีค่าเท่ากับผลคูณของแรงกับการขจัด ตั้งฉากระหว่างแนวแรงทั้งสองกำหนดให้คาน AB ยาว l ถูกกระทำด้วยแรงคู่ควบ P ต้องการหาโมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างโมเมนต์เนื่องจากแรงคู่ควบ

2.6 การเลือกใช้วัสดุ

การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงานนั้นจำเป็นจะต้องศึกษาหรือพิจารณาจากสมบัติของวัสดุนั้นให้ตรงกับงานที่ออกแบบหรือที่ต้องการทำจากวัสดุต่างๆ ซึ่งมีอยู่มากมายและสามารถส่ง

ตัวอย่างไปวิเคราะห์สมบัติองค์ประกอบได้จากศูนย์เครื่องมือหรือศูนย์ทดสอบซึ่งมีอยู่หลายแห่งด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาและการลงทุน

2.6.1 สมบัติทางเคมี(Chemical properties) เป็นสมบัติที่สำคัญของวัสดุซึ่งจะบอกลักษณะเฉพาะตัวที่เกี่ยวกับโครงสร้างและองค์ประกอบของธาตุต่างๆ ที่เป็นวัสดุนั้นตามปกติสมบัตินี้จะทราบได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการเท่านั้นโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบทำลายหรือไม่ทำลายตัวอย่าง

2.6.2 สมบัติทางกายภาพ(Physical properties)เป็นสมบัติเฉพาะของวัสดุที่เกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาของวัสดุนั้นกับพลังงานในรูปต่างๆกันเช่น ลักษณะของสี ความหนาแน่น การหลอมเหลว ปรากฏการที่เกิดเกี่ยวกับสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า เป็นต้นการทดสอบสมบัตินี้จะไม่มีการทำให้วัสดุนั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือถูกทำลาย

2.6.3 สมบัติเชิงกล (Mechanical properties) เป็นสมบัติเฉพาะตัวของวัสดุที่ถูกกระทำด้วยแรง โดยทั่วไปจะเกี่ยวกับการยืดและหดตัวของวัสดุ (elastic and inelastic properties) ความแข็ง ความสามารถในการรับน้ำหนัก ความสึกหรอ และการดูดกลืนพลังงานเป็นต้น

2.6.4 สมบัติเชิงมิติ (ขนาด) (Dimensional properties) เป็นสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่จะต้องพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุเช่น ขนาด รูปร่าง ความคงทน ตลอดจนลักษณะของผิวว่าหยาบ ละเอียด หรือเรียบ เป็นต้นซึ่งสมบัติเหล่านี้จะไม่มีกำหนดไว้ในหนังสือคู่มือหรือในมาตรฐานแต่ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่จะใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจได้ด้วย

ในการเลือกใช้วัสดุต่างเราจะคำนึงถึงน้ำหนักเป็นส่วนมาก เพราะเราต้องการให้หุ่นยนต์มีน้ำหนักเบาที่สุดเพื่อที่จะได้ข้ามสิ่งขีดขวางต่างๆได้ง่าย เพราะในการทำงานของหุ่นยนต์จะเข้าไปในพื้นที่มีความอันตราย เช่นซากตึกที่พังทลายจากการเกิดแผ่นดินไหว ตึกถล่ม

2.7 ระบบกันน้ำ

การอุดตามรอยต่างๆเพื่อกันน้ำ หรือที่เรียกว่าการ ซีล นั้นต้องดูสภาพแวดล้อมที่หุ่นตัวนั้นจะต้องลงไปด้วยโดยแต่ละพื้นที่จะใช้วัสดุในการซีลที่แต่งแตกกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับการออกแบบในการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมกับการซีลชนิดใดซีลกันน้ำมีหลายชนิด เช่น การซิลิโคนอุดรอยรั่วต่างๆ การซีลกันน้ำแบบยางโอริงการซีลกันน้ำ 2 ชั้น การซีลกันน้ำแบบน้ำมัน ดังแสดงในภาพที่ 2.17

ซีลกันน้ำมันคือส่วนประกอบของเครื่องจักรที่สำคัญ มีหน้าที่กันของเหลวที่ใช้เป็นสารหล่อลื่นในส่วนที่มีการเคลื่อนตัวและเสียดเสียดของเครื่องจักร เพื่อที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมีอายุการใช้งานยาวนาน ซีลกันน้ำมันยังสามารถกันรั่วของน้ำ สารเคมี หรือ

แม้แต่ป้องกันไม่ให้ฝุ่นเข้าไปในเครื่องจักรได้อีกด้วยซึ่งขึ้นอยู่กับงานนั้นๆ ต่างกัน และต้องมีการดูแลตรวจสภาพอายุการใช้งานอยู่สม่ำเสมอ

ภาพที่ 2.17 ซีลกันน้ำชนิดต่างๆ

มอเตอร์มีการออกแบบระบบซีลกันน้ำเพิ่มเติมทำขึ้นจากวัสดุที่เป็นอลูมิเนียมที่ผ่านกระบวนการ CNC แล้วมีซีลกันน้ำไม่ให้น้ำผ่านเข้าไปยังมอเตอร์ ซึ่งจะอยู่ในมาตรฐานอุปกรณ์กันน้ำเท่ากับไอพี68 ตามมาตรฐานการกันน้ำของ IEC ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 ตารางการรับรองมาตรฐานการป้องกัน

IP60	ไม่ป้องกันอะไรเลย
IP61	สามารถป้องกันน้ำหยดใส่ได้ เช่น หยดน้ำที่เกิดจากความชื้น
IP62	สามารถป้องกันละอองน้ำที่เข้ามาในมุมไม่เกิน 15 องศาจากแนวตั้ง
IP63	สามารถป้องกันละอองน้ำที่เข้ามาในมุมไม่เกิน 60 องศาจากแนวตั้ง
IP64	สามารถป้องกันละอองน้ำได้จากทุกทิศทาง
IP65	สามารถป้องกันน้ำได้ในระดับหนึ่ง
IP66	สามารถเปียกน้ำได้แต่ไม่นาน เช่น โดนฝน
IP67	สามารถจุ่มน้ำได้ที่ความลึกตั้งแต่ 15 เซนติเมตร ถึง 1 เมตร
IP68	สามารถใช้งานใต้น้ำได้

2.8 ระบบส่องสว่างและถ่ายภาพใต้น้ำ

การใช้ระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ ซึ่งระบบไฟฟ้าส่องสว่างใต้น้ำจะมีการออกแบบให้สามารถทำงานใต้น้ำได้ตลอดเวลา ซึ่งนิยมใช้กับสระว่ายน้ำหรือตามน้ำพุ และมีขนาดหลายชนิด และ มีระดับการส่องสว่างแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับกำลังของไฟฟ้า และขนาดของหลอดไฟ หลอดไฟที่ใช้กับไฟใต้น้ำนิยมใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจนชนิดที่ใช้งานกับแรงดันต่ำ ซึ่งจะให้แสงเป็นประกาย หลอดแบบนี้เหมาะสำหรับงานส่องสว่างเป็นจุดๆ ให้ความสว่างเหมือน สปอตไลท์ดัง แสดงในภาพที่ 2.18

ภาพที่ 2.18 ไฟใต้น้ำหลอดชนิดฮาโลเจน

หลอดฮาโลเจน จะมีขดลวดทังสเตนภายในครอบแก้วควอตซ์ ซึ่งบรรจุก๊าซฮาโลเจน หลอดฮาโลเจนจะให้แสงสว่างมาก มีลำแสงยาวและเป็นแสงขาวซึ่งทำให้เห็นสีและภาพต่างๆ ได้ต่างความเป็นจริง ไอระเหยของแร่ทังสเตนจากขดลวดจะไม่ไปสะสมและเกาะที่บริเวณครอบแก้วด้านในของหลอดไฟ แต่จะปะปนอยู่กับก๊าซฮาโลเจนภายในหลอด และจะสะสมกลับไปที่ขดลวดอีกครั้ง ซึ่งช่วยให้มีอายุการใช้งานได้นานขึ้น และยังทำให้โอกาสที่แสงจะลดความสว่างลงนั้นน้อยลงเหลือเพียง 10% เท่านั้น

2.9 ระบบปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์สำหรับเพิ่มแรงดันของน้ำ ซึ่งมีทั้งแบบที่ใช้ มอเตอร์ (ไฟฟ้า) และแบบที่ใช้ เครื่องยนต์ (น้ำมัน) ทำหน้าที่หมุนส่งกำลังให้ปั๊มน้ำทำงาน เพื่อเพิ่มแรงดัน และส่งน้ำไปตามท่อ

ปั๊มน้ำที่ใช้ในบ้านส่วนใหญ่ จะเป็นแบบไฟฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆคือ ปั๊มน้ำแบบใบพัด ทำงานด้วยการหมุนของใบพัด ทำให้เกิดแรงดันจ่ายไปตามท่อน้ำ ข้อดี คือ มีขนาดเล็ก

หลักการทำงานง่าย ชิ้นส่วนไม่มาก จ่ายน้ำได้ในปริมาณมาก สร้างแรงดันน้ำได้มากพอควร ถ้าหากต้องการแรงดันสูงสามารถนำปั๊มน้ำมาต่อกันแบบมัลติสเตทได้ ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก ปั๊มน้ำแบบใบพัด มีชื่อเรียก แตกต่างกันออกไปตามรูปร่างลักษณะของปั๊ม เช่น ปั๊มอัตโนมัติ ปั๊มหอยโข่ง ปั๊มไดโว่

ปั๊มน้ำแบบลูกสูบ ทำงานด้วย การชักลูกสูบ เลื่อนไป-มา และมีวาล์วเปิด-ปิดน้ำเข้าออกจากลูกสูบ เป็นการเพิ่มแรงดันน้ำโดยตรง สมัยก่อนนิยมใช้กันมาก (โดยเฉพาะในสวน) ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้กันแล้ว ข้อดี คือ สามารถสร้างแรงดันน้ำได้สูง แต่มีข้อเสีย คือ ให้ปริมาณน้ำน้อย และมีการสึกหรอ ของลูกสูบมากทั้งนี้แบ่งตามลักษณะการทำงานจะแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

ปั๊มน้ำอัตโนมัติ เหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยวเป็นระบบสวิตซ์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดไฟ มีกำลังส่งน้ำไปยังจุดต่างๆภายในบ้านได้ดี สามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำได้

ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอาคารตึกแถว ทาวน์เฮาส์ บ้านเดี่ยว เป็นปั๊มอัตโนมัติควบคุมแรงดันคงที่ ให้น้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น ไม่เป็นสนิมตลอดอายุการใช้งาน

ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแท็งก์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำ Sprinkle สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูงๆ

ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออก เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ มีกำลังส่งต่ำ แต่สูบน้ำได้ปริมาณมากๆ

2.10 ระบบรอกและสลิงลวด

รอก เป็นอุปกรณ์ผ่อนแรงและอำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายสิ่งของ มีลักษณะเป็นล้อ โดยร้อยไว้กับเชือกหรือเคเบิล รอกถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายสิ่งของให้สะดวกขึ้น หรือในระบบรอกบางชนิดใช้ในการผ่อนแรง รอกเป็นหนึ่งในเครื่องจักรพื้นฐานหกชนิด รอกเดี่ยวแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

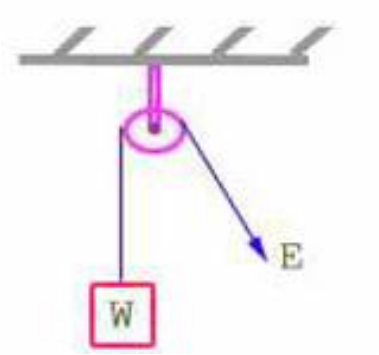
รอกเดี่ยวตายตัวดังแสดงในภาพที่ 2.19 เป็นรอกที่ไม่ช่วยผ่อนแรง แต่ช่วยอำนวยความสะดวก จะมีเชือกคล้องผ่านวงรอก 1 ตัว ปลายเชือกด้านหนึ่งผูกติดวัตถุที่ต้องการยก อีกด้านหนึ่งสำหรับจับเพื่อดึงวัตถุ รอกแบบนี้ไม่ผ่อนแรง แต่อำนวยความสะดวกในการทำงาน

E = แรงดึง (นิวตัน)

W = น้ำหนักหรือความต้านทาน (นิวตัน)

T = แรงตึงของเชือก (นิวตัน)

สูตรคือ E = W



ภาพที่ 2.19 รอกเดี่ยวตายตัว

รอกเดี่ยวเคลื่อนที่ดังแสดงในภาพที่ 2.20 เป็นรอกที่ช่วยอำนวยความสะดวกและช่วยผ่อนแรง จะเคลื่อนที่ได้เมื่อนำไปใช้งาน รอกแบบนี้ช่วยผ่อนแรงครึ่งหนึ่งของน้ำหนัก

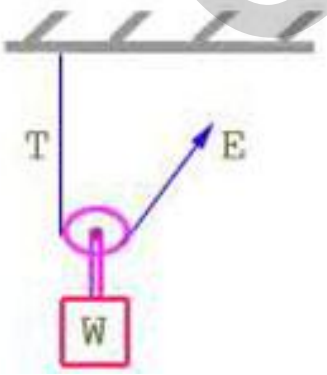
E+T = W

T = E (เชือกเส้นเดียวกัน)

E+E = W

2E = W

สูตร E = W/2



ภาพที่ 2.20 รอกเดี่ยวเคลื่อนที่

สลิงลวด ทำมาจากเส้นลวดที่นำมาหมุนพันเป็นเกลียว จากนั้นสลิงในแต่ละเกลียวก็นำไปพันรอบแกนกลาง ซึ่งแกนกลางก็จะมีทั้งชนิดทำจาก Fiber ลวดตีเกลียว หรือเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักต่างกัน

2.11 ระบบควบคุมสั่งการ

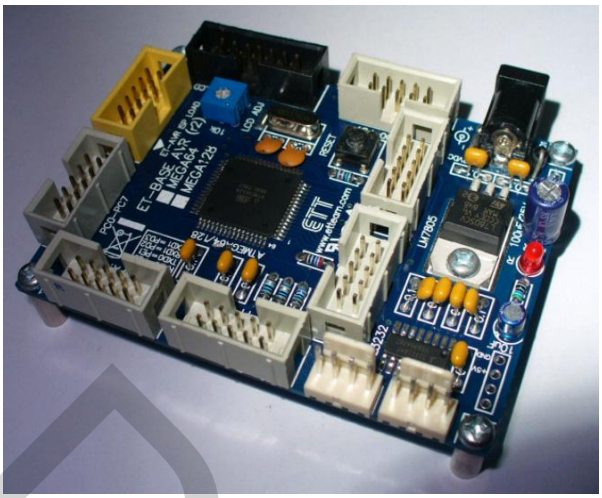
เป็นส่วนที่สั่งการทำงานของหุ่นยนต์ มีหน้าที่รับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์เพื่อบังคับการเคลื่อนไหวของตัวหุ่นยนต์ และกำหนดตำแหน่งของการเคลื่อนที่จากข้อมูลที่ส่งกลับมาจากมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ต้องการให้หุ่นยนต์ขนย้ายสิ่งของไปยังตำแหน่งที่อยู่ไกลออกไป ข้อต่อของแขนหุ่นยนต์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทาง 1 เมตรหากข้อต่อยังเคลื่อนที่ไม่ถึงระยะที่กำหนดไว้ ส่วนควบคุมจะสั่งการให้ตัวทำงานเคลื่อนที่จนกระทั่งได้ระยะตามที่กำหนด

การควบคุมและสั่งการของหุ่นยนต์นั้นมีอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบใช้สายเคเบิ้ล และระบบสัญญาณไร้สาย ซึ่งจะมีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป

ระบบใช้สายเคเบิ้ล จะทำการจ่ายไฟกระแสตรงและกระแสสลับ มีความรวดเร็วในการทำงานสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่มาตามสายไฟได้มีการทำงานไม่ซับซ้อน ควบคุมได้ในระยะใกล้ มีการตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว

ระบบสัญญาณไร้สายทำงานโดยคลื่นวิทยุในการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีประโยชน์ในเรื่องของการไม่ต้องใช้สายเคเบิล เหมาะกับการใช้งานที่ไม่สะดวกในการใช้สายเคเบิล โดยไม่ต้องเจาะผนังหรือเพดานเพื่อวางสาย เพราะคลื่นวิทยุมีคุณสมบัติในการทะลุทะลวงสิ่งกีดขวางอย่าง กำแพงหรือพนังห้องได้ดี แต่ก็ต้องอยู่ในระยะทำการ จะต้องมีตัวรับ-ส่งสัญญาณในการทำงาน มีการควบคุมได้ในระยะไกล มีการทำงานที่ซับซ้อนของระบบ มีการตอบสนองการสั่งการที่ช้ากว่าปกติ

2.12 ระบบไมโครคอนโทรเลอร์



ภาพที่ 2.21 ไมโครคอนโทรลเลอร์AVR

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ไอซี(IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีหน่วยความจำ Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบเพื่อใช้ในงานควบคุม โดยจะต้องมีการต่อวงจรภายนอกต่างๆ เพิ่มเติม เช่น หน่วยความจำ ส่วนอินพุท/เอาท์พุท วงจรตั้งเวลา วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณออนาลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ

Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่นๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์ เตาอบไมโครเวฟ เครื่องปรับอากาศ เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ดังแสดงในภาพที่ 2.12 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Atmel มีสถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ RISC (reduced instruction set computer) โดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูกในการปฏิบัติงานใน 1 คำสั่ง โดยจะประกอบด้วยหน่วยความจำ

โปรแกรมภายในที่เป็นแบบแฟลช์ โปรแกรมข้อมูลได้แบบ In-System programmable และยังสามารถมีการกำหนดตำแหน่งของหน่วยความจำที่สร้างเป็นบูตโหลดเดอร์ (เขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับ PC หรือไอซีตัวอื่นๆ และยังสามารถโปรแกรมให้กับตัวเองได้)

2.13 การเชื่อมต่อแบบอนุกรมโดยใช้สาย RS232

Serial Port คือ พอร์ตอนุกรม ในการสื่อสารข้อมูลนั้นพอร์ตอนุกรมจะมีความเร็วในการสื่อสารที่ช้ากว่าแบบ ขนาน เพราะการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลทีละหลายๆ บิต พร้อมๆ กันได้ แต่ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือ สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน และใช้สายสัญญาณที่น้อยกว่าการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน

การสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งตามลักษณะสัญญาณในการส่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารข้อมูลโดยใช้สัญญาณนาฬิกาในการควบคุมจังหวะของการรับส่งสัญญาณ

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายข้อมูลเพียงตัวเดียว จะใช้รูปแบบของการส่งข้อมูล(Bit Pattern) เป็นตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล ส่วนไหนเป็นตัวข้อมูล ส่วนไหนจะเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยต้องกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่งและภาครับรูปแบบข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start bit) มีขนาด1 บิต
2. บิตข้อมูล (Data) มีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity bit) มีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตหยุด (Stop bit) มีขนาด 1, 1.5, 2 บิต

การรับและส่งข้อมูลแบบอนุกรมยังแบ่งออกเป็นลักษณะการใช้งานได้ 3 แบบคือ

1. Simplex ส่งได้ทางเดียวเท่านั้น (unidirectional)
2. Half duplex ส่งได้สองทิศทาง (bidirectional) รับ-ส่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้พร้อมกัน
3. Full duplex ส่งได้สองทิศทาง (bidirectional) รับ-ส่งสามารถเกิดขึ้นได้พร้อมกัน

2.14 ภาษา C

ภาษาซีเป็นภาษาระดับสูง (High-Level-Language) และภาษาโปรแกรมที่โปรแกรมเมอร์นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นภาษาที่มีความเร็วในการทำงานสูงใกล้เคียงกับภาษาเครื่อง มีโครงสร้างที่ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างดี

Compile เป็นตัวแปลภาษารูปแบบหนึ่ง มีหน้าที่หลักคือการแปลภาษาโปรแกรมที่มนุษย์เขียนขึ้นไปเป็นภาษาเครื่อง โดยคอมไพเลอร์ของภาษาซี คือ C Compiler ซึ่งหลักการที่คอมไพเลอร์ใช้ เรียกว่า คอมไพล์ (compile) โดยจะทำการอ่านโปรแกรมภาษาซีทั้งหมดตั้งแต่ต้นจนจบ แล้วทำการ แปลผลทีเดียว

2.15 ภาษา C#

เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์ มีโครงสร้างภาษาที่มีการจัดชนิดข้อมูลแบบสแตติก (Statically typed) และสนับสนุนรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่หลากหลาย (multi-paradigm language) ได้แก่ การโปรแกรมเชิงกระบวนคำสั่ง การนิยามข้อมูล การโปรแกรมเชิงวัตถุ และการโปรแกรมแบบเจเนริก (generic programming) ภาษา C# ได้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรมทั่วไป สามารถรองรับการเขียนโปรแกรมในระดับภาษาเครื่องได้เช่นเดียวกับภาษาซี

2.16 สรุป

ในการสร้างหุ่นยนต์ปฏิบัติการใต้น้ำนั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลักๆที่กล่าวมาข้างต้น โดยที่หุ่นปฏิบัติการใต้น้ำแต่ละประเภทนั้นอาจจะมีปัจจัยย่อยอื่นที่แตกต่างกันเช่นลักษณะของงานกำลังของหุ่นยนต์ที่ต้องการ ปัจจัยเหล่านี้ต้องนำมาใช้ในการวางแผนการทำงานและลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

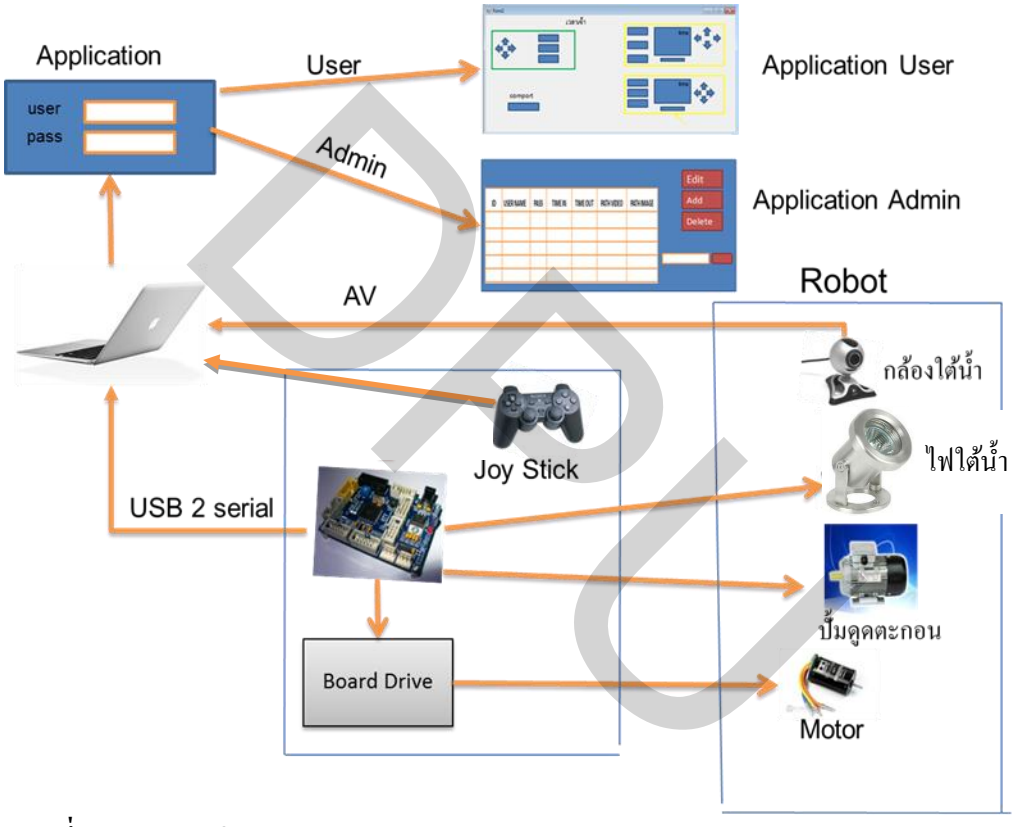
หุ่นยนต์ในโครงการวิจัยนี้ เป็นหุ่นยนต์สำหรับดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับห้องเก็บน้ำใต้อาคาร โดยที่สามารถสั่งการจากสถานีภาคพื้นดินลงมายังหุ่นยนต์ผ่านสายเคเบิ้ล ทั้งนี้การควบคุมจะทำผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการออกแบบมาโดยเฉพาะ

โดยที่ตัวหุ่นยนต์จะออกแบบให้เป็นคล้ายกับรถตีนตะขาบเพื่อที่จะใช้ขับเคลื่อนในพื้นที่ค่อนข้างเรียบแต่ต้องการกำลังและการยึดเกาะที่สูงเพื่อป้องกันการลื่นไถลโดยที่จะมีส่วนดูดตะกอนอยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์และดูดตะกอนออกไปทิ้งยังท่อลำเลียงเพื่อส่งไปทิ้งยังด้านนอก

DPU

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

3.1 ภาพรวมของงาน



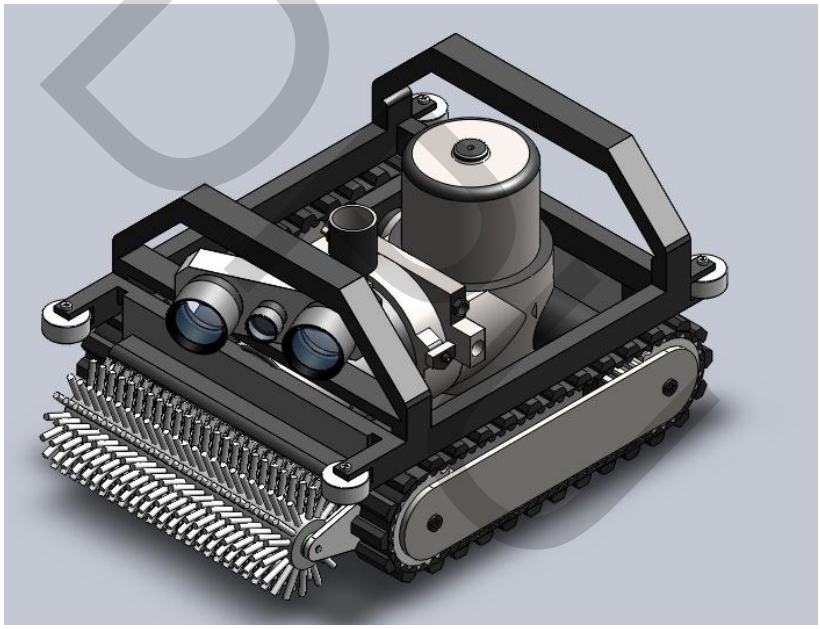
ภาพที่ 3.1 รายละเอียดการทำงาน

หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำจะมีส่วนกลไกภายในตัวหุ่นยนต์ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนโครงสร้าง ส่วนของมอเตอร์ขับกำลัง ส่วนของปั๊มสร้างแรงดูดตะกอน ส่วนของเพลาและสายพาน ส่วนของการถ่ายทอดสัญญาณภาพ ซึ่งทุกส่วนนั้นจะถูกรวมเป็นองค์ประกอบเดียวและ ทั้งหมดจะถูกสั่งการจากส่วนของ สถานีสั่งการภาคพื้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย ชุดควบคุมและสั่งการหุ่นยนต์และส่วนผสานกราฟิก ซึ่งในส่วนของตัวหุ่นยนต์ที่จะทำงานควบคู่กับชุดควบคุมและสั่งการของหุ่นยนต์ ดังแสดงในภาพที่ 3.1

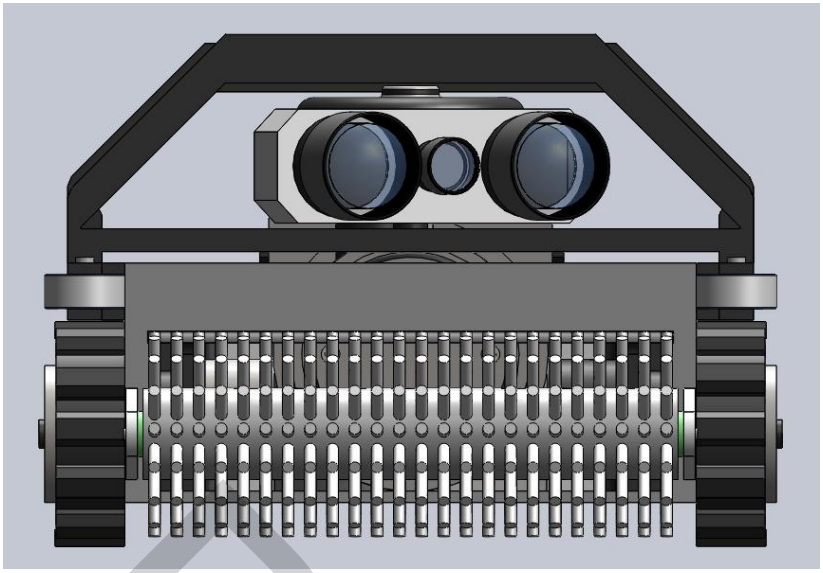
ทุกๆการทำงานของหุ่นยนต์จะถูกสั่งการทำงานมาจากชุดควบคุมและสั่งการของหุ่นยนต์ โดยผ่านสายเคเบิ้ลซึ่งในสายนั้นจะประกอบไปด้วยสายสัญญาณต่างๆหลายๆเส้นรวมกัน โดยที่แต่ละเส้นจะถูกเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แต่ละส่วน

3.2 ระบบโครงสร้าง

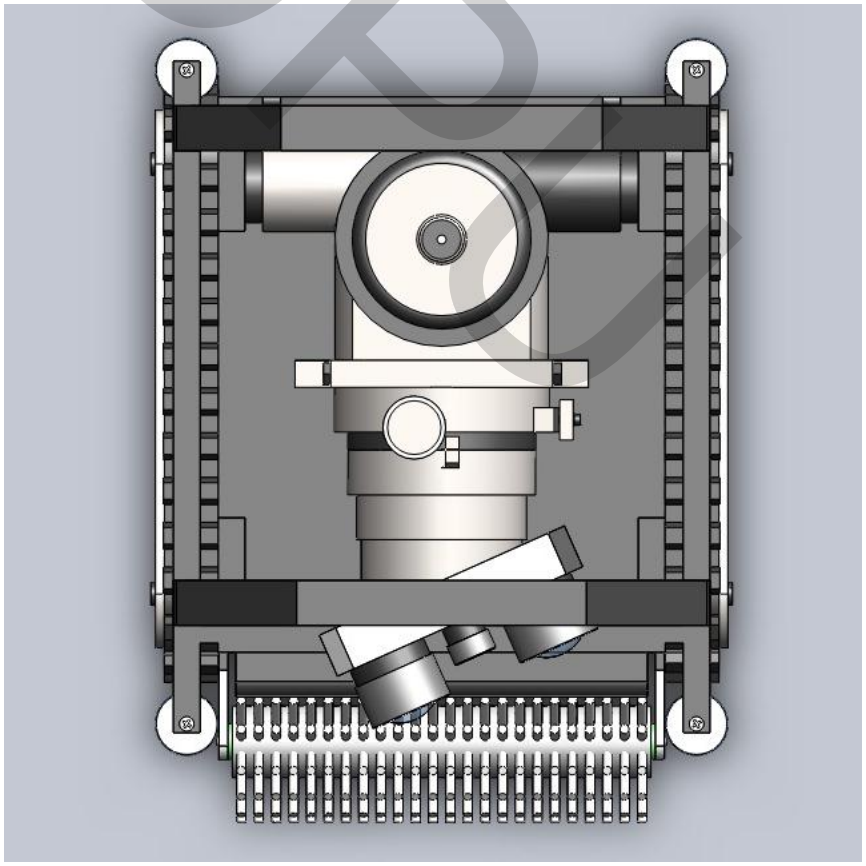
ภาพรวมของโครงสร้างในรูปแบบ 3 มิติได้แสดงในภาพที่ 3.2 ภาพจากด้านหน้าแสดงในภาพที่ 3.3 ภาพจากมุมมองด้านบนแสดงในภาพที่ 3.4 ภาพจากมุมมองด้านข้างแสดงในภาพที่ 3.5 ภาพจากมุมมองด้านหลังแสดงในภาพที่ 3.6หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแบบสมบูรณ์ Section Line แสดงในภาพที่ 3.7และชิ้นส่วนที่ถูกติดตั้งบนหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแสดงในภาพที่ 3.8



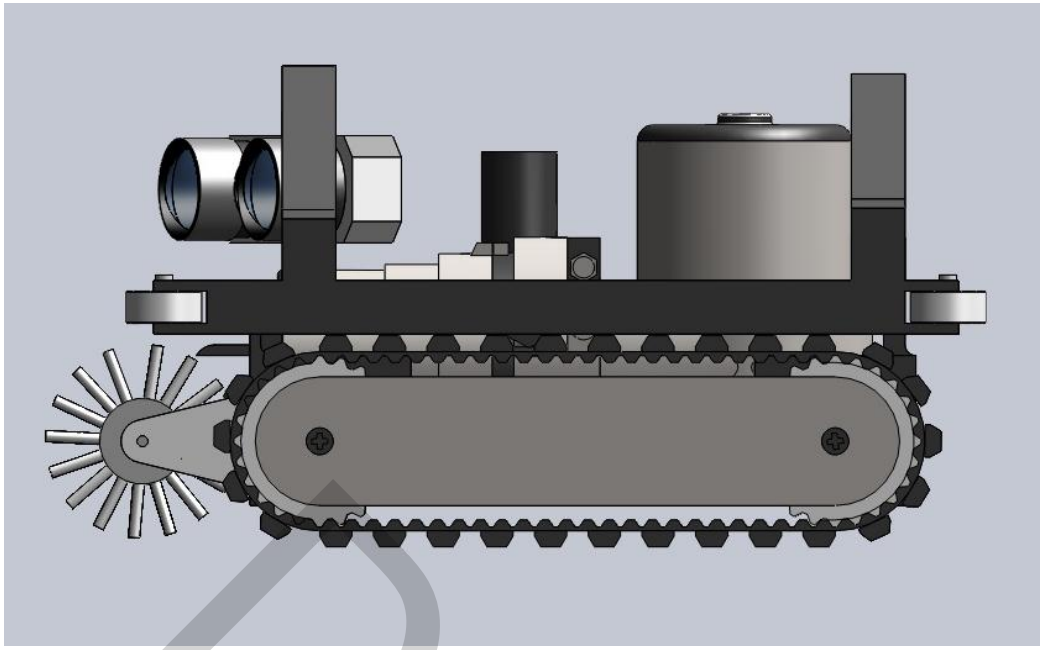
ภาพที่ 3.2 แบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบ 3 มิติ



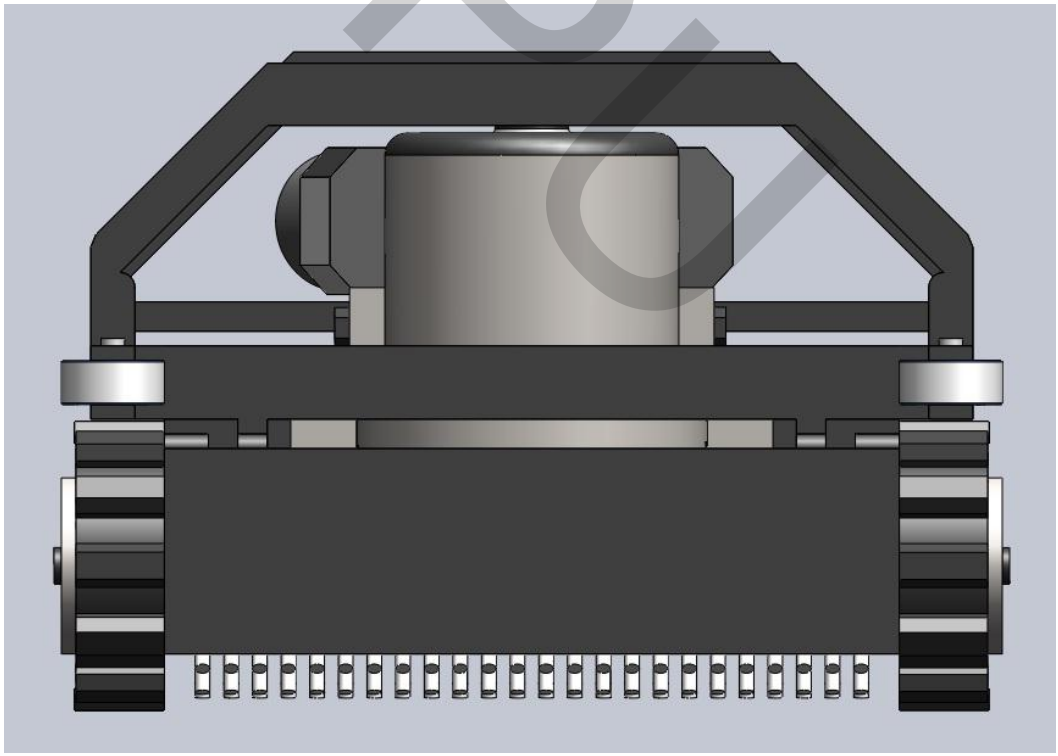
ภาพที่ 3.3 แบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านหน้า



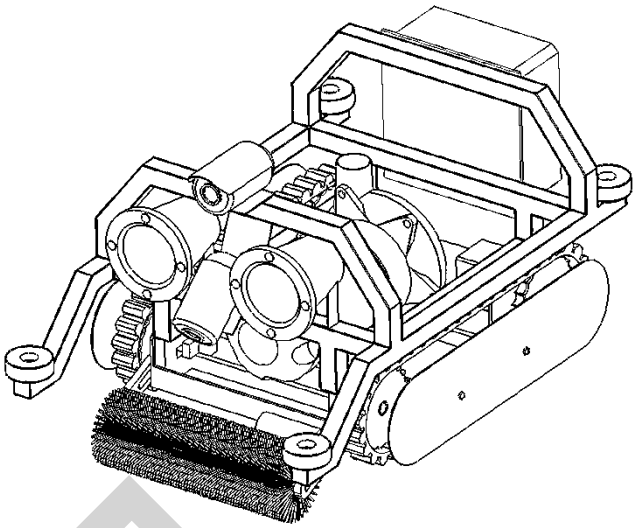
ภาพที่ 3.4 แบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านบน



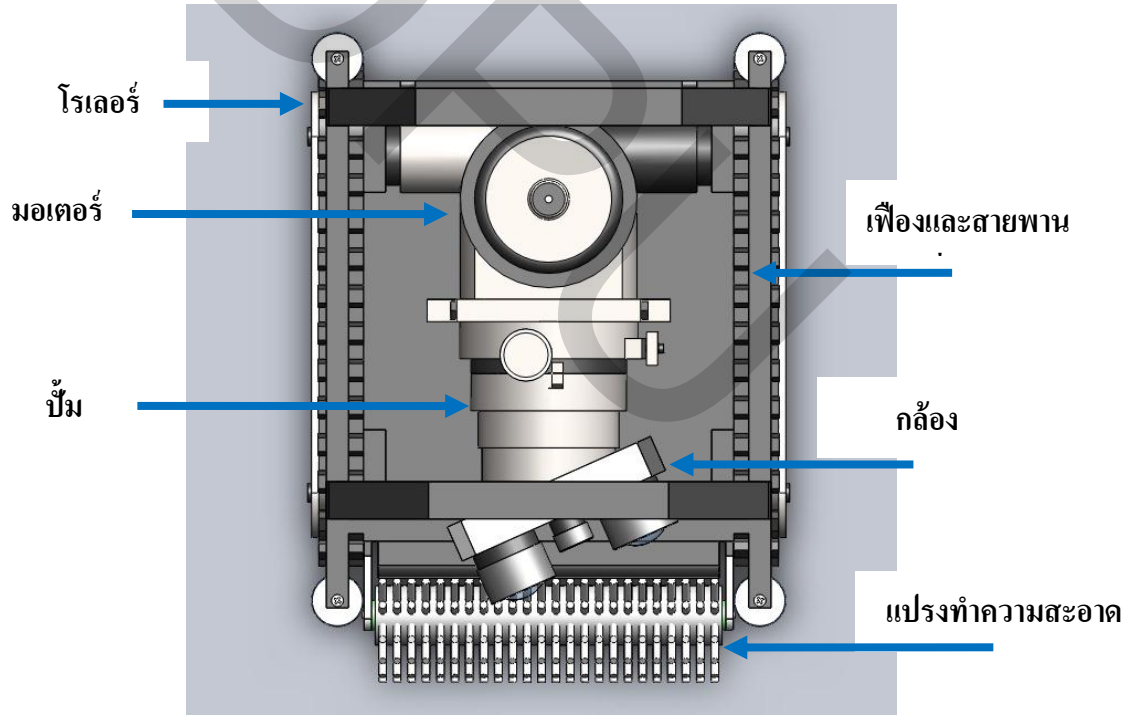
ภาพที่ 3.5 แบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านข้าง



ภาพที่ 3.6 แบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอนในแบบมุมมองด้านหลัง



ภาพที่ 3.7 หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแบบสมบูรณ์ Section Line



ภาพที่ 3.8 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในแบบจำลองหุ่นยนต์ดูดตะกอน

อุปกรณ์ต่างๆที่ถูกติดตั้งบนโครงสร้างหุ่นยนต์นั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์สำคัญต่างๆดังนี้

มอเตอร์กำลังหลัก เป็นมอเตอร์กำลังหลักที่จะถูกติดตั้งอยู่กับเฟรมหลักด้านขวาและด้านซ้ายทำหน้าที่ส่งกำลังให้กับการเคลื่อนที่ทั้งในการเดินหน้า ถอยหลัง และยังส่งกำลังในการเคลื่อนที่ในการเลี้ยวซ้ายและขวาด้วย

เฟืองและสายพานส่งกำลังหลักเป็นล้อส่งกำลังที่จะถูกติดตั้งอยู่ที่เฟรมหลักทั้งด้านขวาและซ้ายเพื่อส่งกำลังที่ได้จากมอเตอร์กำลังหลัก เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆสายพานจะถูกติดตั้งระหว่างล้อส่งกำลังหลักและล้อประคองทำหน้าที่เปรียบเสมือนยางรถยนต์ใช่ในการรองรับการเคลื่อนที่เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการยึดเกาะพื้นผิวที่หุ่นยนต์จะต้องทำการเคลื่อนที่มากขึ้นพร้อมทั้งยังช่วยกระจายกำลังการเคลื่อนที่ไปยังล้อประคองในเวลาเดียวกัน

ปั๊มน้ำสร้างแรงดูดน้ำ ถูกติดตั้งไว้ที่เฟรมหลักด้านล่างโดยทำหน้าที่สร้างแรงดูดตะกอนที่อยู่ด้านหน้าของหุ่นยนต์เพื่อดูดและลำเลียงตะกอนออกไปทิ้งยังด้านนอกผ่านทางท่อลำเลียงตะกอน

แปรงทำความสะอาด มีหน้าที่ขัดสิ่งสกปรกในเวลาเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เพื่อช่วยในการดูดตะกอนและขัดพื้น เพื่อให้การดูดทำได้ง่ายขึ้นและไม่ทำให้เกิดการขุ่นของตะกอน
โรเลอร์ มีหน้าที่ไว้เพื่อการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้ง่ายขึ้นเมื่อมีการควบคุมติดกับผนังโรเลอร์จะทำหน้าที่เหมือนล้ออิสระทำให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้ง่ายขึ้น

ไฟส่องสว่าง มีหน้าที่เพิ่มแสงสว่างในที่มืด เพื่อในการทำงานในถังเก็บน้ำ มีสภาวะที่มืดจึงจำเป็นในการใช้ไฟส่องสว่าง

กล้อง มีหน้าที่เพื่อควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่และคอนโทรลจากด้านบนของผู้ปฏิบัติงานและยังสามารถสำรวจถังเก็บน้ำได้

3.3 ระบบช่วยเหลือในการส่งหุ่นยนต์ไปปฏิบัติการใต้น้ำ

ระบบช่วยเหลือในการส่งหุ่นยนต์ขึ้นและลงไปปฏิบัติงานใต้น้ำ เป็นการควบคุมโดยการใช้มอเตอร์ในการควบคุมความเร็วในการส่งหุ่นยนต์ เพื่อให้มีความนิ่มนวลในการส่งหุ่นลงสู่ใต้น้ำ เพื่อลดการกระแทกระหว่างตัวหุ่นยนต์และผิวน้ำ เพื่อลดความเสียหายของตัวหุ่นและชิ้นส่วนบางอย่าง อาจจะเกิดจากการพลิกคว่ำได้

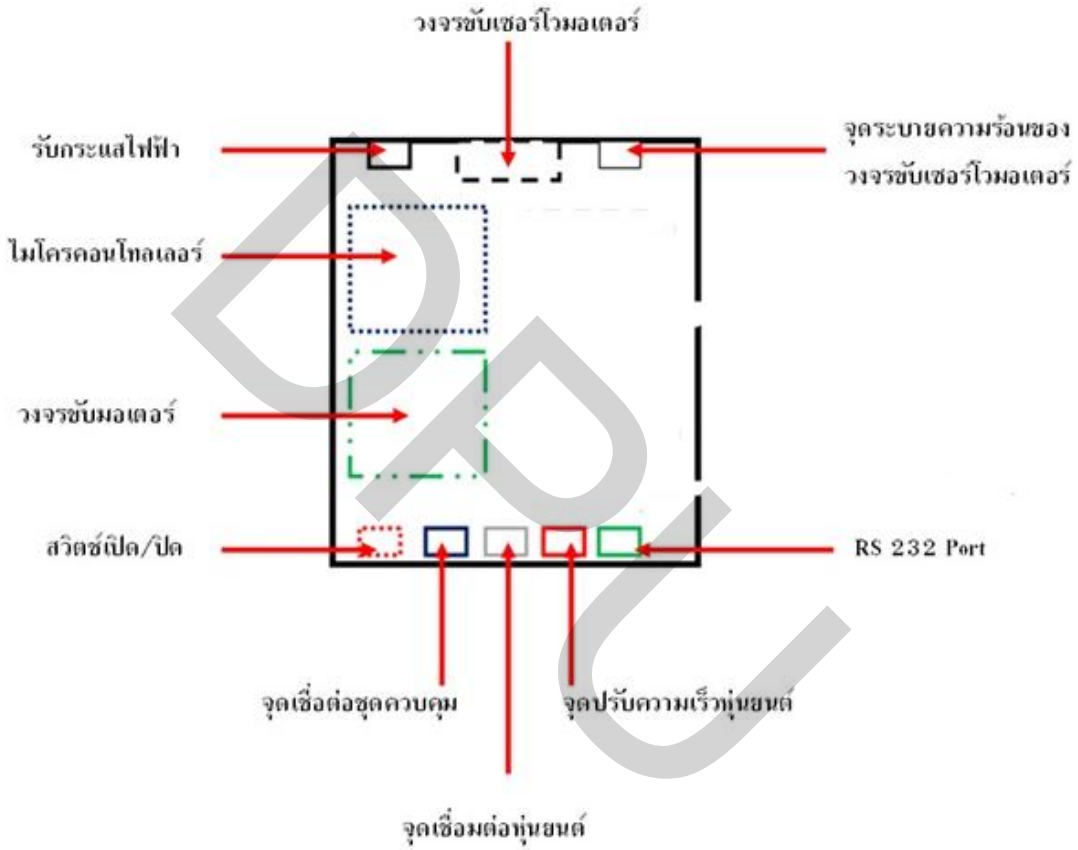
ระบบรอกและสลิงลวดรอก เป็นเครื่องกลอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ประกอบในการทำงานตั้งแต่สมัยโบราณถึงปัจจุบันรอกเดี่ยว คือการนำรอกอันเดียวมาใช้ในการทำงาน ซึ่งรอกเดี่ยวมี 2 ชนิด คือรอกเดี่ยวไม่เคลื่อนที่ กับรอกเดี่ยวเคลื่อนที่ได้สลิงลวด ทำมาจากเส้นลวดที่นำมาหมุนพันเป็นเกลียว จากนั้นสลิงในแต่ละเกลียวก็นำไปพันรอบแกนกลาง ซึ่งแกนกลางก็จะมีทั้งชนิดทำจาก Fiber ลวดตีเกลียวหรือเชือกลวดเหล็กกล้า ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักต่างกัน

ระบบรอก เป็นการใช้ระบบรอกไฟฟ้าที่เรียกว่า วินซ์ (Winch) เป็นการส่งกำลังโดยใช้การควบคุมจากรีโมท หรือปุ่มอัตโนมัติในการทำงานของระบบรอก วินซ์ (Winch) ซึ่งแรงสามารถรับแรงโหลดได้ถึง 3000 Pondsหรือประมาณ 1000 Kg.ในการใช้ระบบรอกวินซ์ในการส่งหุ่นยนต์และเชือกหรือสลิงที่ใช้ในระบบรอกวินซ์สามารถรับแรงดึงสูงสุดถึง 500-700 กิโลกรัม ระบบรอกวินซ์นี้เป็นระบบที่ใช้ในการดึงวัตถุที่หนักและลำบากในการช่วยเหลือหรือในการดึงหรือลาก เช่น การติดระบบรอกวินซ์นี้ไว้ที่ด้านหน้าของรถ Off Road, 4x4, และรถแข่ง Rally จนกระทั่งไว้สำหรับติดเรือขนาดใหญ่หรือเรือขนส่งขนาดเล็กที่ไว้สำหรับในการช่วยเหลือในด้านต่างๆหรือในขณะที่รถยนต์ก็จะสามารถช่วยเหลือในด้านการติดหล่มหรือตกหลุมลึกและอื่นๆในด้านการดึงและลาก

ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ช่วยเหลือหุ่นยนต์ดูดตะกอนในการปฏิบัติงานในถังพักน้ำใต้ดิน

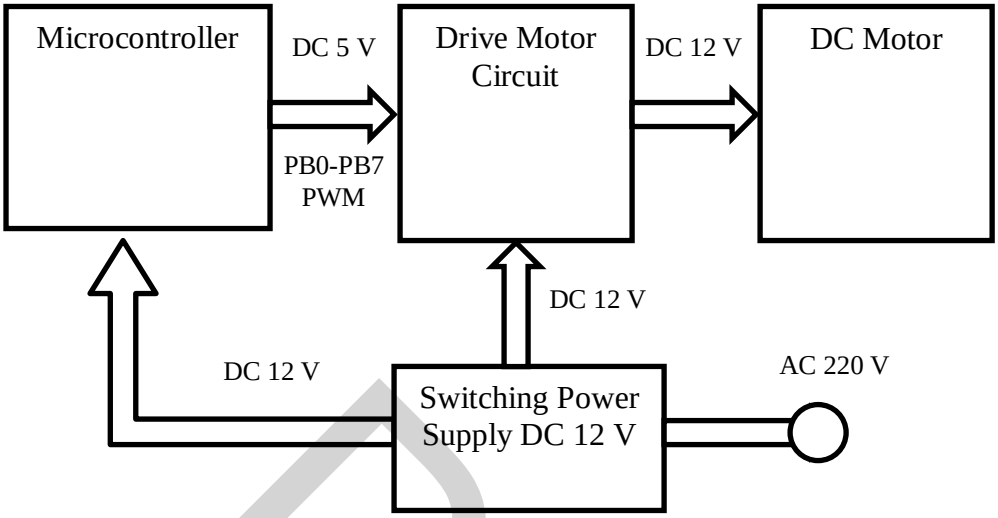
3.4 ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ชุดควบคุมและสั่งการนั้นเป็นที่รวบรวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเข้ามารวมเข้าไว้ด้วยกัน โดยที่ตัวกล่องนั้นจะมีระบบป้องกันสัญญาณรบกวนและระบบระบายความร้อน ดังนั้นจำเป็นต้องวางอุปกรณ์ต่างๆอย่างเหมาะสมเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่และความร้อนที่อาจจะเกิดขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 ชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่ถูกติดตั้งในชุดควบคุมและสั่งการ

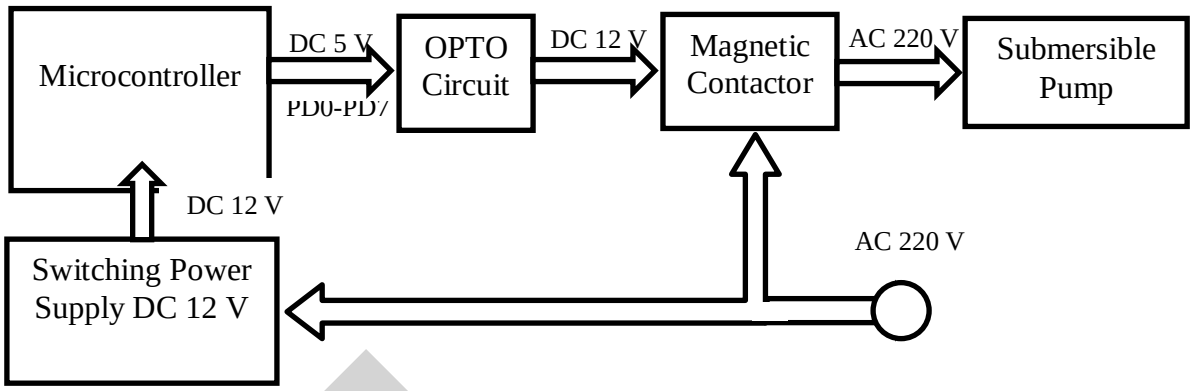
3.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์



ภาพที่ 3.11 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์

การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์นั้น จะมีการเชื่อมต่อโดยเริ่มจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์ผ่านตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เรียกว่า สวิทช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย จากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์ โดยจะเป็นไฟเลี้ยงทั้งหมดของวงจร โดยมีไมโครคอลโทรลเลอร์เป็นตัวสั่งการควบคุมตัวหลัก โดยจะส่งสัญญาณเอาต์พุต 5 โวลล์ในพอต์ท B0-B7 พร้อมกับสัญญาณพัลส์ ไปยังบอร์ดไดร์ที่จะมีหน้าที่แปลงสัญญาณพัลส์ที่ได้จากไมโครคอลโทรลเลอร์ให้เป็นกระแสไฟฟ้า 0 โวลล์ – 12 โวลล์ สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ตามสัญญาณพัลส์ที่ส่งมาจากไมโครคอนโทรเลอร์ตามโปรแกรมที่เขียนไว้ โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อนทั้ง 2 ข้าง, มอเตอร์แปรงขัดตะกอน ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

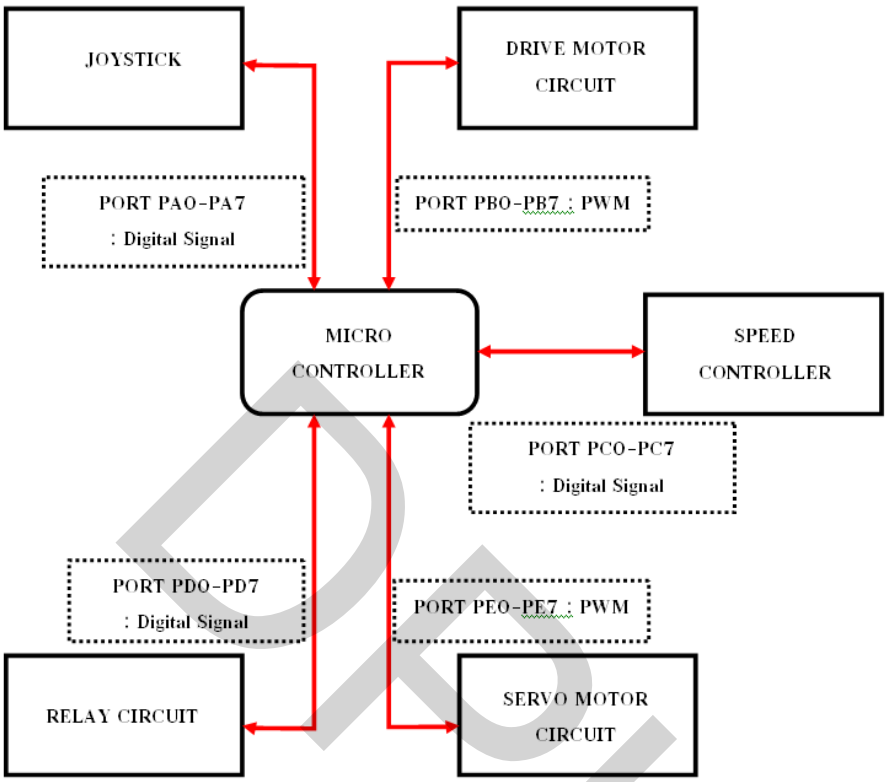
3.6 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์



ภาพที่ 3.12 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์

การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์จะมีการเชื่อมต่อโดยเริ่มจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์ผ่านตัวแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เรียกว่าสวิทช์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย จากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์ โดยจะเป็นไฟเลี้ยงเฉพาะไมโครคอนโทรเลอร์เท่านั้น โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณเอาต์พุทในพอต์ทD0-D7 ไปยังบอร์ดออฟโต้ โดยจะมีหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากไมโครคอนโทรเลอร์ 5 โวลล์ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลล์ แล้วส่งผ่านไปยัง แมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ มีหน้าที่เสมือนสวิตช์ที่สั่งการด้วยกระแสไฟฟ้า 12 โวลล์ สั่งการให้หน้าคอนเทคสัมผัสกัน โดยจะทำการเชื่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านหน้าคอนเทคของแมกเนติกส์คอนแทคเตอร์ เมื่อมีการสั่งการมาจากไมโครคอนโทรเลอร์นั้น หน้าสัมผัสคอนเทคจะเชื่อมต่อกันทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นสามารถทำงานขึ้นมาโดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลล์ ใช้ในการควบคุมปั๊มน้ำสูบตะกอน, ไฟส่องสว่างใต้น้ำ ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

3.7 การออกแบบการการเชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์เข้าสู่ตัวประมวลผล



ภาพที่ 3.13 การเชื่อมต่อทางอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์เข้าสู่ตัวประมวลผล

การเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมและสั่งการ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกลางกำหนดเอาต์พุตเป็น PORTA ของ Microcontroller นั้นต่อกับ Relay ทั้งหมด Relay จะทำงานแยกส่วนเช่น Relay4 ตัวแรกทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อนของหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่แบบ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา ส่วน Relay อีก 2 ตัวมีหน้าที่สั่งให้ Megnetic ทำงาน โดยMegnetic จะสั่งการให้ระบบไฟส่องสว่างกับระบบปั๊มดูดตะกอนทำงาน ส่วนทางDriver Motor Circuit จะเชื่อมต่อกับ PORTB ซึ่งใน PORTB นั้นจะมีสัญญาณพัลส์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ของแปรงทำความสะอาด

Digital Signal คือ สัญญาณรูปแบบดิจิตอลโดยมีตัวบอกสัญญาณเป็น 0 กับ 1 เท่านั้น

PWM (Pulse width modulation) คือสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมความเร็วโดยการกำหนดจากความกว้างของช่วงสัญญาณ ทั้งนี้สัญญาณ PWM จะเป็นการส่งสัญญาณสลับระหว่าง 0 กับ 1 ด้วยความถี่ประมาณ 50 Hz

3.8 การออกแบบส่วนติดต่อผสานกราฟิก

ส่วนผสานกราฟิก หรือ GUI นั้นเป็นอีกหนึ่งส่วนที่ใช้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงานโดยที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถควบคุมและสั่งการผ่านส่วนผสานกราฟิกนี้โดยที่ส่วนผ่านกราฟิกจะทำการติดต่อไปยังส่วนควบคุมและสั่งการอีกทีโดยที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการเลือกช่องทางการเชื่อมต่อก่อนถึงจะสามารถใช้งานส่วนผานกราฟิกได้

3.8.1 การติดต่อระหว่างกล้องกับ GUI

การติดต่อระหว่างกล้องกับ GUI ทำการรับส่งข้อมูลผ่านทางสาย USB ซึ่งจะให้การรับส่งข้อมูลได้ความเร็วสูงกว่าแต่จะมีปัญหาในการรับส่งข้อมูลหากมีระยะทางที่ยาวเกินไป ซึ่งภาพที่ได้มาจากส่วนถ่ายทอดสัญญาณภาพนั้นจะส่งสัญญาณภาพมาที่ GUI โดยGUI จะแบ่งสัญญาณภาพเหล่านั้นออกเป็นเฟรมภาพแล้วนำมาเปิดซ้อนกันโดยผ่านไลบารี่ Aforgeโดยที่เฟรมภาพแต่ละเฟรมที่ถูกแบ่งนั้นจะมีชื่อไฟล์เดียวกันและนามสกุลเดียวกัน

โดยการใช้ไลบารี่ Aforge นั้นจะเป็นการใช้ไลบารี่ตรงที่สามารถทำงานได้โดยขึ้นตรงกับโปรแกรม Microsoft Visual Studio ได้โดยตรงโดยไม่จำเป็นต้องผ่านกระบวนการของ OPENCV ซึ่งการผ่านกระบวนการที่ต้องใช้การคำนวณมากนั้นจะส่งผลให้ Frame Rate ต่ำลงอีกด้วยซึ่งจากโครงงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนนี้ให้ความสำคัญกับการตอบสนองของภาพมากจึ้งจำเป็นต้องคำนึงถึง Frame Rate ที่มากเป็นด้วย

AFORGE จะได้ค่า Frame Rate อยู่ที่ 25-30Frame/Sec ซึ่งในแต่ละกระบวนการนั้นมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป โครงงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ AFORGE มาประมวลผลการทำงาน

3.8.2 การติดต่อระหว่างหุ่นยนต์กับ GUI

การติดต่อระหว่างหุ่นยนต์กับ GUI นั้นสามารถรับส่งข้อมูลคำสั่งผ่านทางสายเคเบิ้ล ซึ่งต้องมีชุดควบคุมและสั่งการไว้คอยแปลคำสั่งให้ก่อนส่งคำสั่งนั้นให้หุ่นยนต์อีกทอดหนึ่ง โดยที่ระหว่าง GUI กับชุดควบคุมและสั่งการนั้น จะทำการรับส่งข้อมูลกันโดยผ่านสายสัญญาณ RS232 โดยที่ข้อมูลที่ GUI จะส่งให้กับทางหุ่นยนต์ นั้นจะมีข้อมูลของการเคลื่อนที่และการปรับมุมมองการมองภาพจะแบ่งออกเป็นดังนี้

การเคลื่อนที่ไปด้านหน้า GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “W”

การเคลื่อนที่ไปด้านหลัง GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “S”

การเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “A”

การเคลื่อนที่ไปด้านขวา GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “D”

การเปิดระบบส่องสว่าง GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “L”

การเปิดระบบปั้มดูดตะกอน GUI จะส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString “P”

การเปิดระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน GUI จะส่งข้อมูลเป็น String “B”

การเปิดการทำงานของจอยควบคุมGUI จะทำการเปิดโปรแกรม JoyToKey.exe เพื่อให้ even ของจอยทุกปุ่มส่งข้อมูลเป็นรูปแบบString ตามที่ได้กำหนดไว้ของแต่ละการทำงาน

โดยที่ทุกคำสั่งที่สั่งการผ่าน GUI นั้นจะถูกนำไปประมวลผลตามเงื่อนไขในส่วนของ Update Status Center ซึ่งจะถูกระบุไว้ทั้งหมดว่าถ้าหากมีคำสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานในส่วนไหนก็ตาม เมื่อเข้าคำสั่งแล้วนั้นจะต้องส่งข้อมูลในรูปแบบString และบนหน้าจอ GUI นั้นจะต้องแสดงค่าการทำงานเพราะเนื่องจากว่าถ้าหากไม่มีการบังคับหุ่นยนต์ผ่านทาง GUI แต่บังคับหุ่นยนต์ผ่านทางชุดควบคุมนั้นส่วนของชุดควบคุมและสั่งการก็จะส่ง Sting ดังกล่าวกลับคืนมายัง GUI เพื่อนำค่าต่างๆ นั้นไปประมวลผลเพื่อแสดงสถานะต่างของหุ่นยนต์บน GUI เช่นเดียวกัน

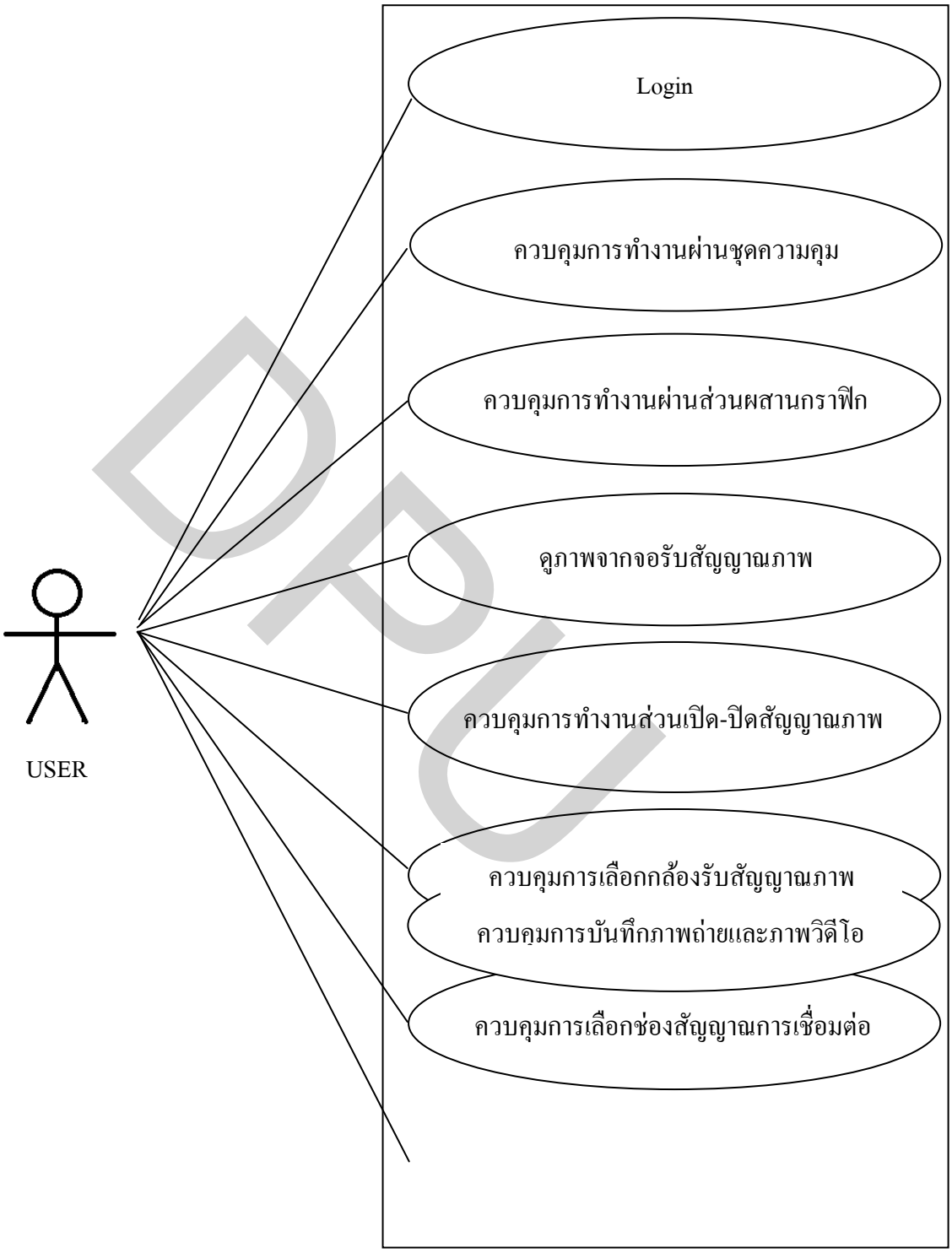
3.9 การออกแบบส่วนของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

การออกแบบส่วนของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์นั้น จะถูกออกแบบระบบการทำงานทั้งหมดจาก สิ่งที่ต้องการให้หุ่นยนต์ทำงานได้ โดยที่ต้องแบ่งส่วนการทำงานอื่นๆที่ไม่เกี่ยวข้องกับควบคุมออกเพราะเนื่องจาก หน่วยประมวลผลของไมโครคอนโทรเลอร์มีจำกัดแม้จะสามารถรองรับได้หมดแต่ก็จะมีผลกับประสิทธิภาพของการทำงานด้วย

โดยหลักๆของการออกแบบส่วนโปรแกรมควบหุ่นยนต์นั้นจะเกี่ยวข้องกับการทำงานในการขับเคลื่อนเป็นหลัก โดยที่จะต้องมีการสั่งการจากไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อไปบังคับกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่นหากจะต้องการให้ระบบขับเคลื่อนที่ 1 ทำงานจะต้องสั่งการผ่านวงจรขับมอเตอร์ก่อนและในเวลาเดียวกันส่วนควบคุมและสั่งการจะต้องทำการผสานงานกับส่วนของส่วนผสานกราฟิก อีกด้วยเพื่อความสะดวกในการทำงานโดยที่ไมโครคอนโทลเลอร์จะรับคำสั่งจากส่วนผสานกราฟิก โดยที่รับค่าการสั่งการมาเป็นรูปแบบString และถึงจะนำ String นั้นไปเทียบข้อมูลว่าให้ทำงานในส่วนไหน

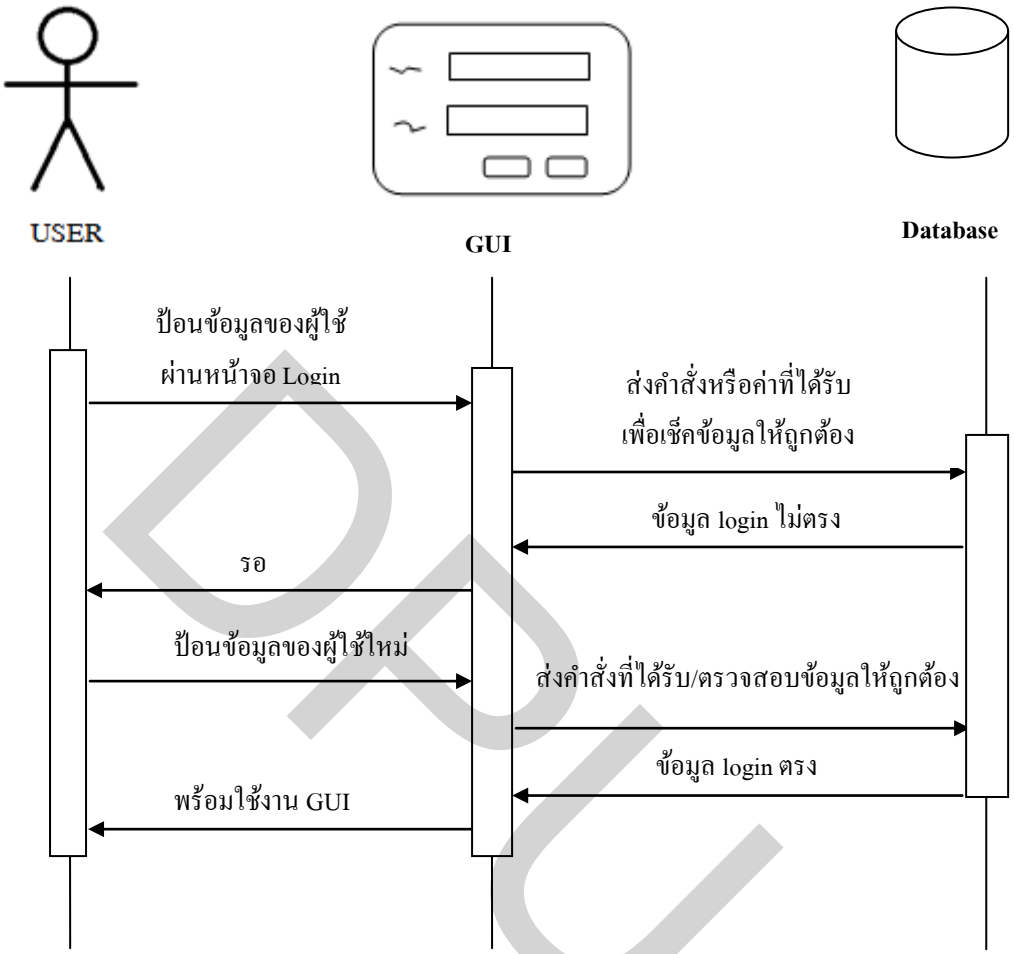
นอกจากนี้ยังต้องมีการเปิดส่วนการเชื่อมต่อสำหรับอุปกรณ์อื่นๆไว้ด้วยซึ่งในแต่ละอุปกรณ์นั้นจะมีการใช้งานต่างกันเช่น อุปกรณ์ชุดควบคุมนั้นส่งสัญญาณแบบ Analog ดังนั้นการเชื่อมต่อ PORT เราจึงจำเป็นต้องต่อกับ PORT ของส่วนประมวลผลที่มีการแปลงสัญญาณจาก Analog เป็น Digital ด้วย

3.9.1 Use Case Diagram ของชุดควบคุมและสั่งการ



ภาพที่ 3.14 Use Case Diagramของชุดควบคุมและสั่งการ

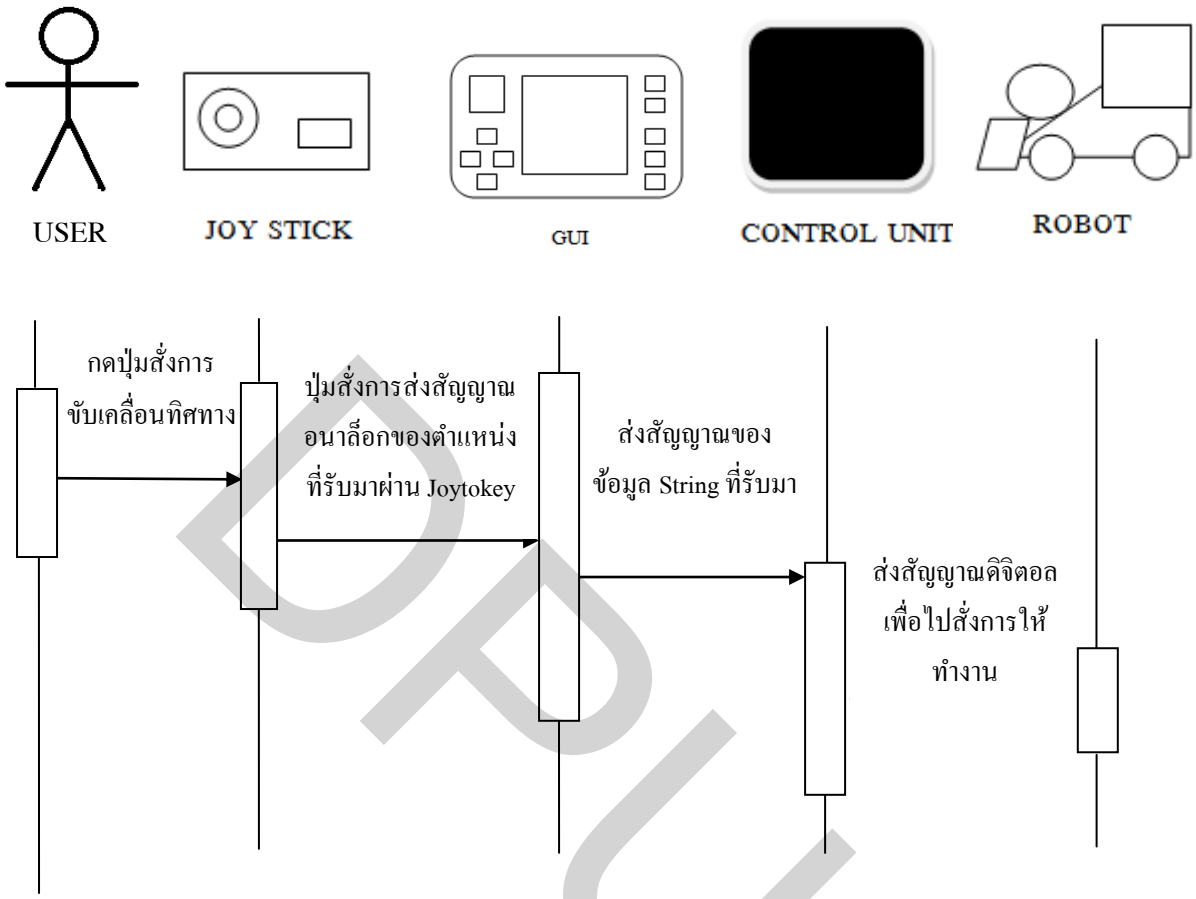
3.9.2 UML Sequence Diagram การทำงานผ่าน Login



ภาพที่ 3.15 UML Sequence Diagram ของการทำงานผ่าน Login

DPU

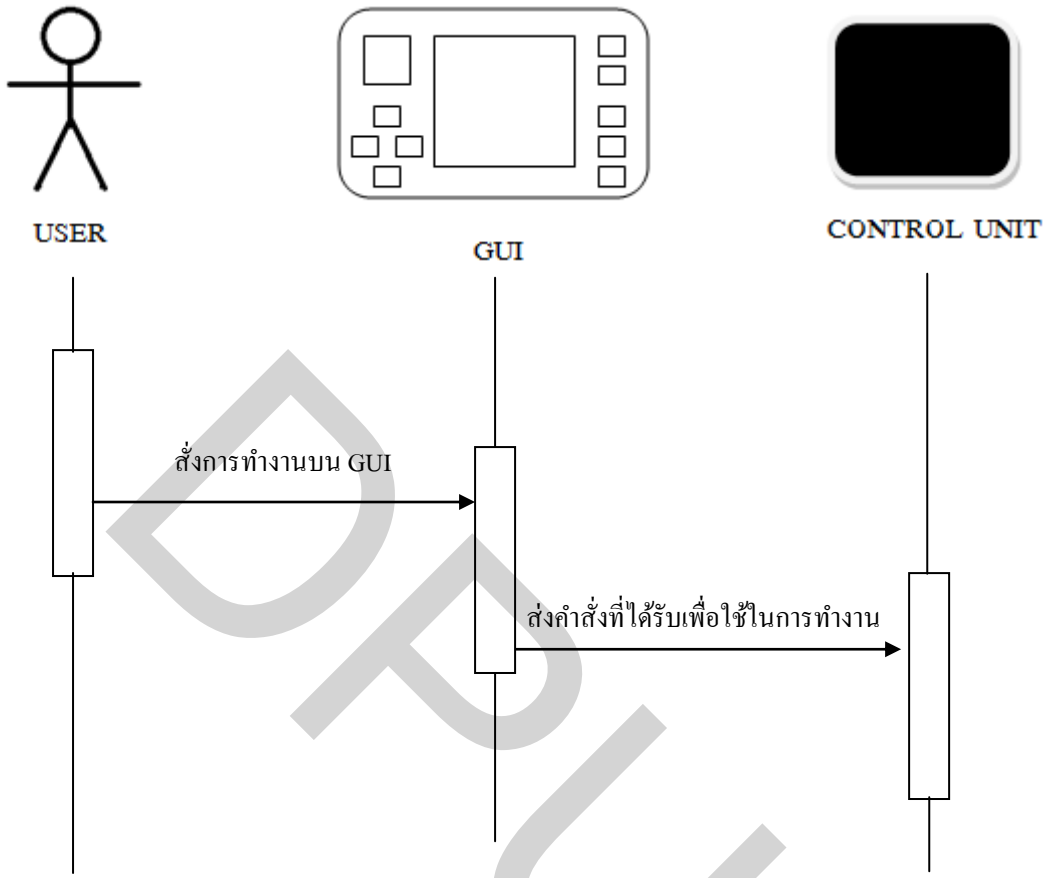
3.9.3 UML Sequence Diagram การควบคุมการทำงานผ่านชุดควบคุม



ภาพที่3.16 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการทำงานผ่านชุดควบคุม

DPU

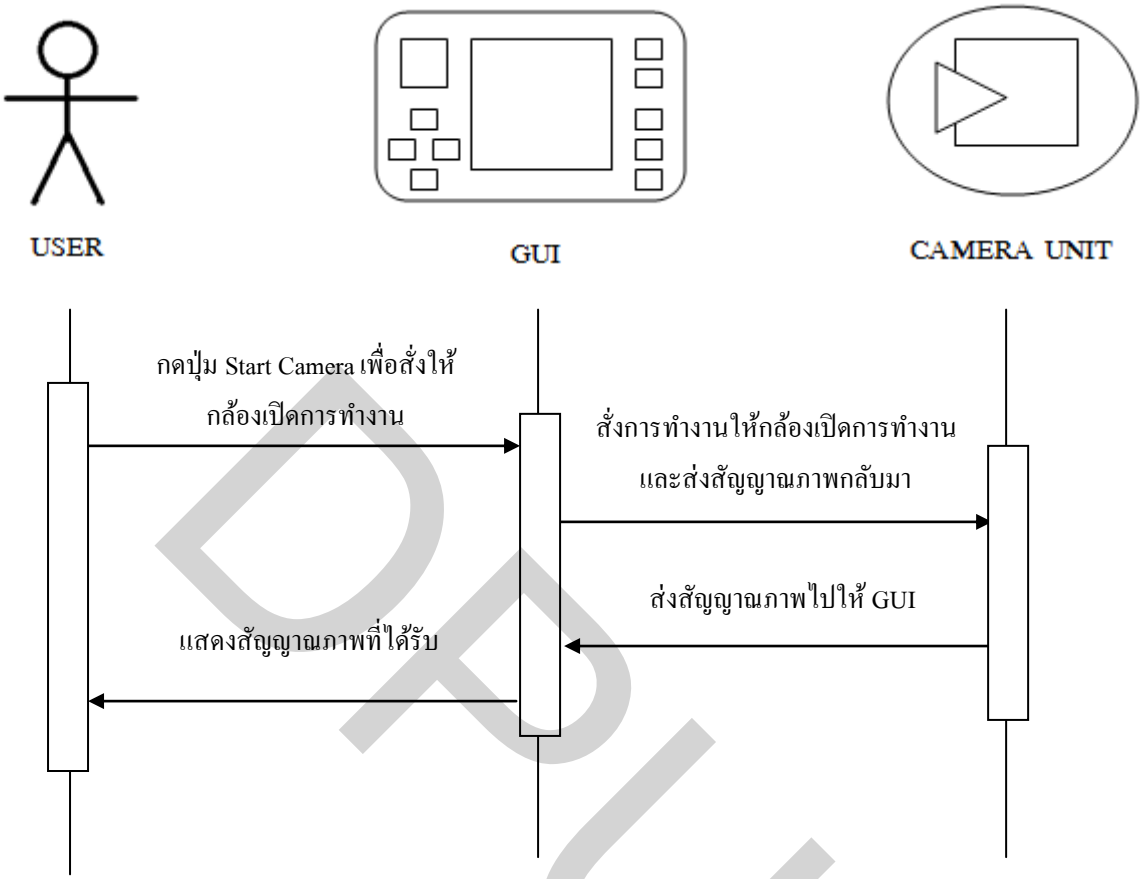
3.9.4 UML Sequence Diagram การควบคุมผ่านส่วนผสานกราฟิก



ภาพที่ 3.17 UML Sequence Diagram ของการควบคุมผ่านส่วนผสานกราฟิก

DPU

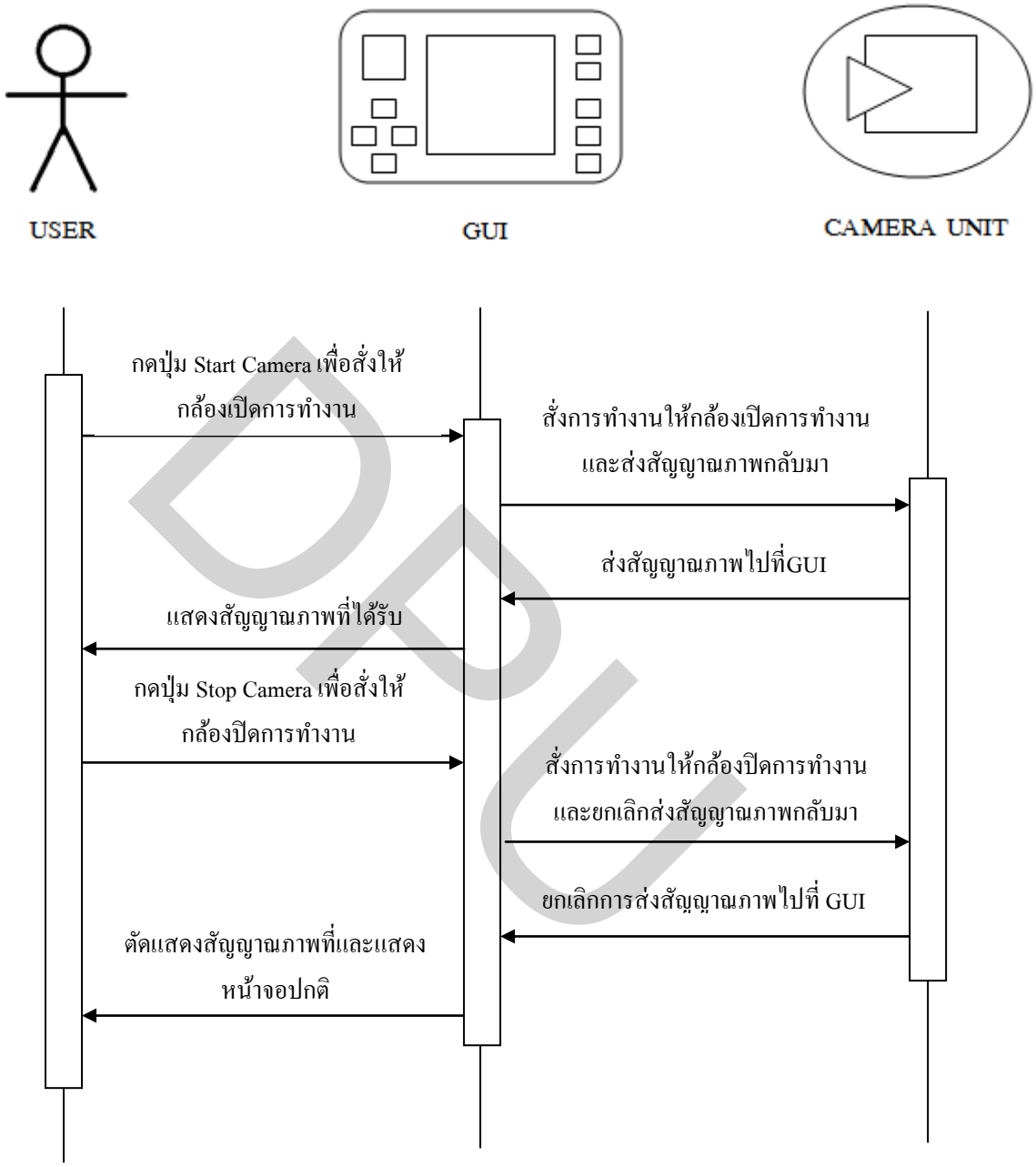
3.9.5 UML Sequence Diagram การแสดงภาพจากจอรับสัญญาณ



ภาพที่ 3.18 UML Sequence Diagram ของการแสดงภาพจากจอรับสัญญาณ

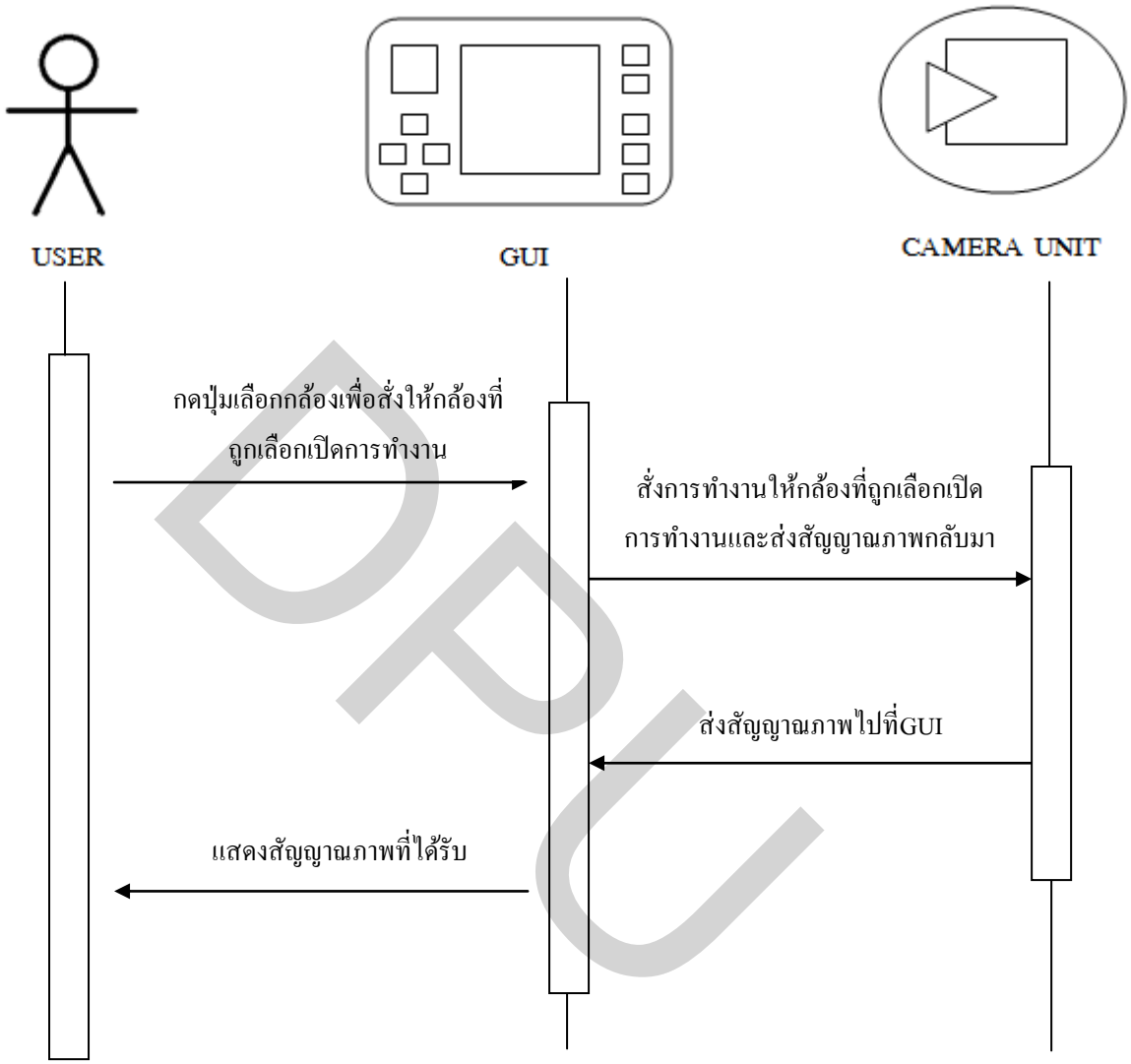
DPU

3.9.6 UML Sequence Diagram การทำงานส่วนเปิด-ปิดสัญญาณภาพ



ภาพที่ 3.19 UML Sequence Diagram ของการทำงานส่วนเปิด-ปิดสัญญาณภาพ

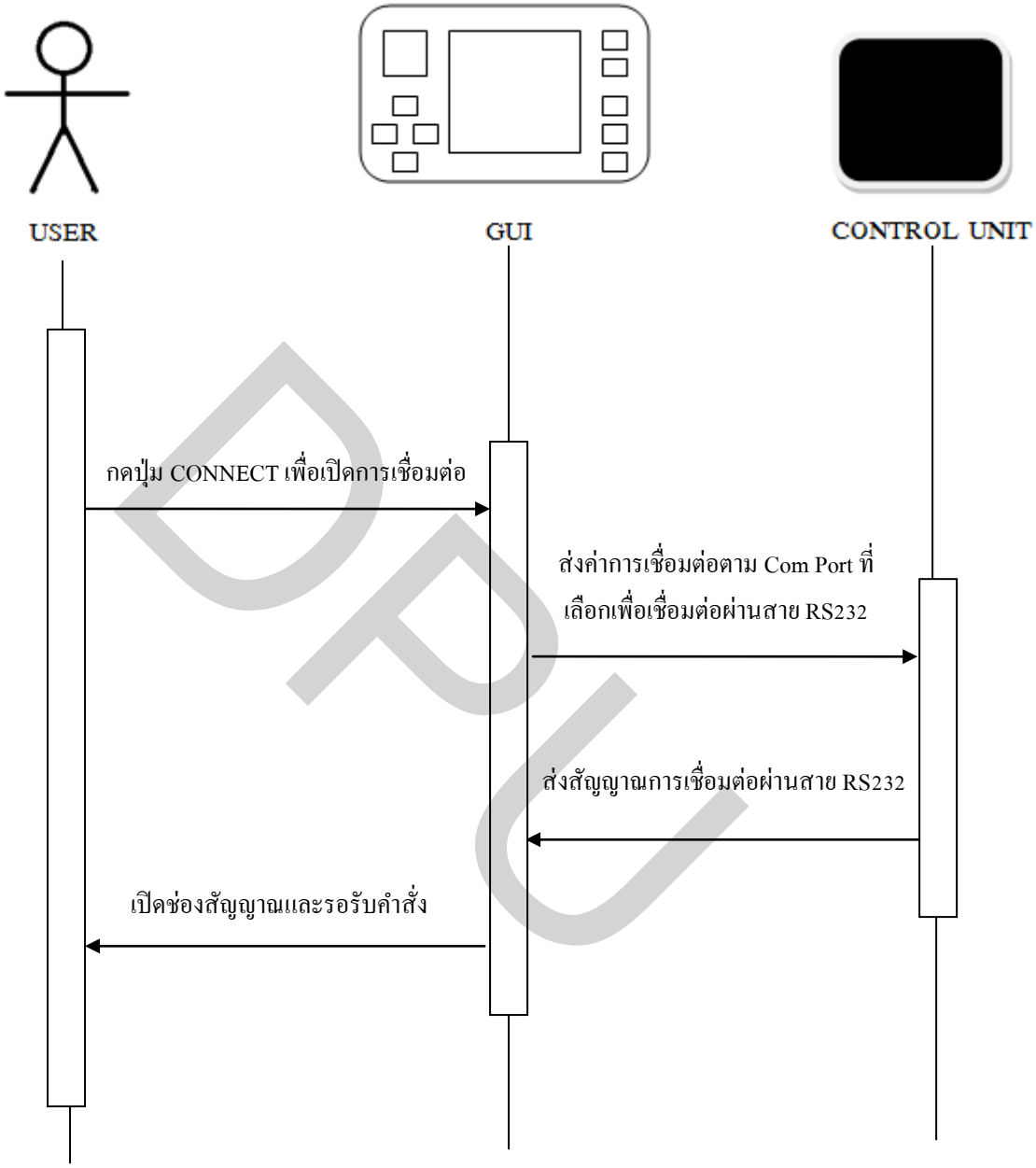
3.9.7 UML Sequence Diagram การควบคุมการเลือกกล้องรับสัญญาณภาพ



DPU

ภาพที่ 3.20 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการเลือกกล้องรับสัญญาณภาพ

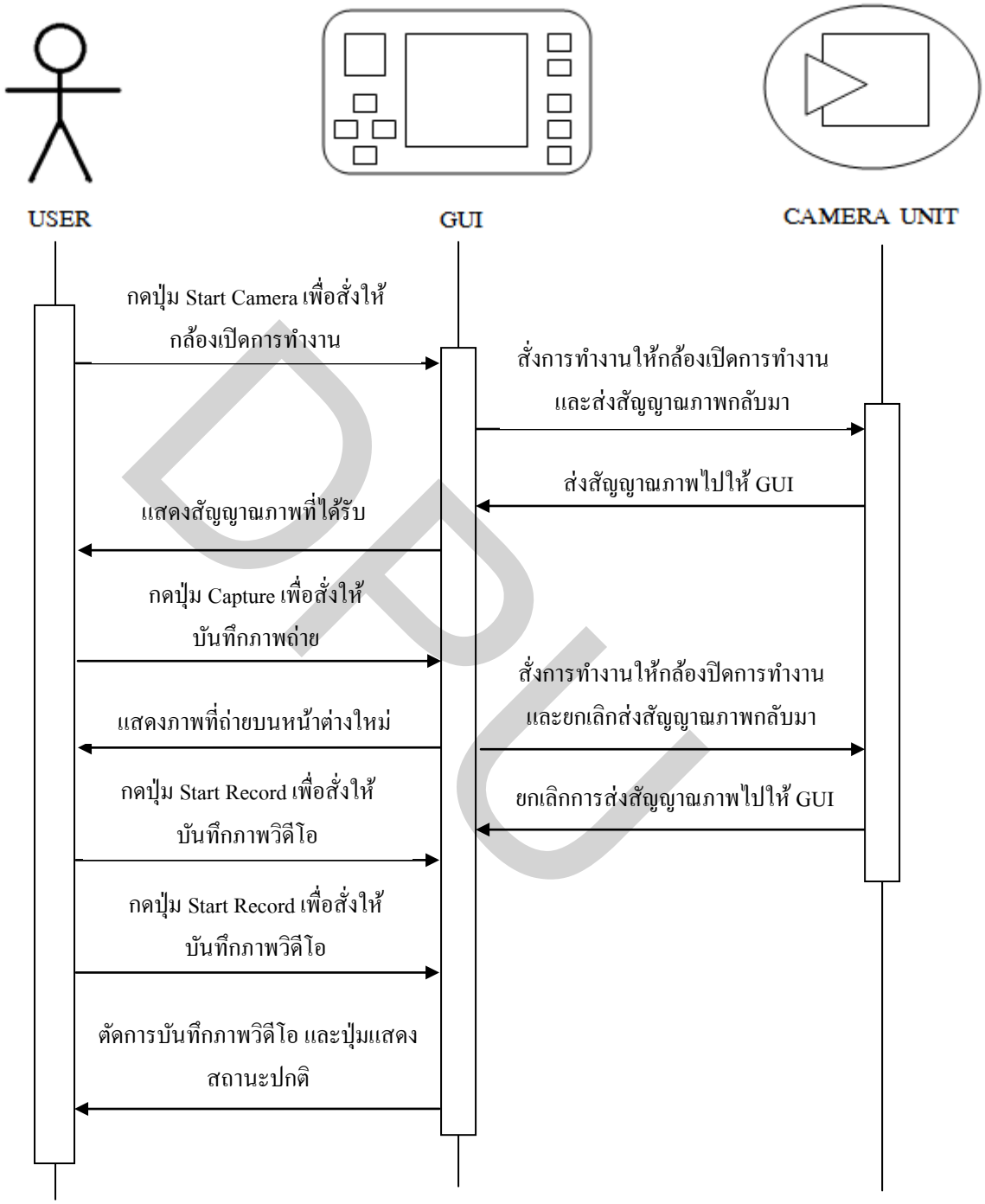
3.9.8 UML Sequence Diagram การควบคุมการเลือกช่องสัญญาณการเชื่อมต่อ



ภาพที่ 3.21 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการเลือกช่องสัญญาณการเชื่อมต่อ

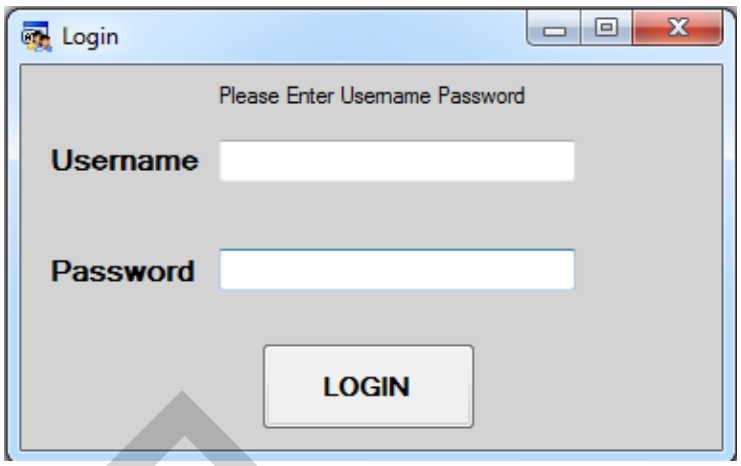
DPU

3.9.9 UML Sequence Diagram การควบคุมการบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอ



ภาพที่ 3.22 UML Sequence Diagram ของการควบคุมการบันทึกภาพถ่ายและภาพวิดีโอ

3.9.10 หน้าต่างของ Loginเข้าใช้ระบบ



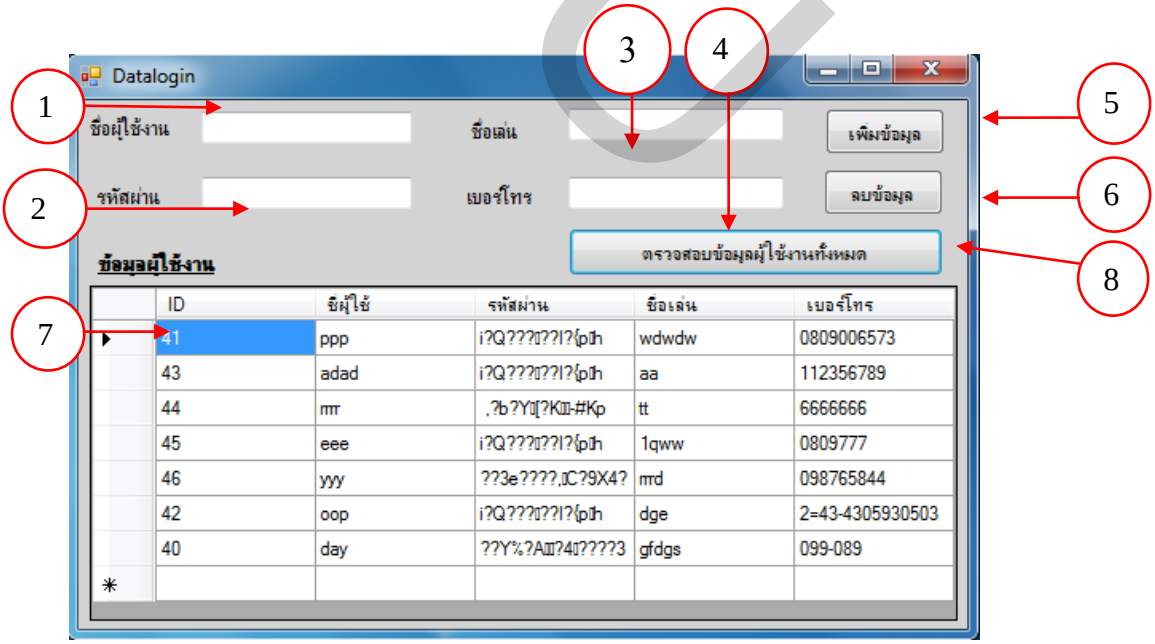
ภาพที่ 3.23 ส่วนของหน้าต่างของ Login เข้าใช้ระบบ

ช่องUSERNAME ใส่ข้อมูลชื่อผู้ใช้

ช่องPASSWORD กรอกข้อมูลรหัสผ่านของผู้ใช้

ปุ่ม LOGIN ยื่นยันการเข้าใช้งาน

3.9.11 หน้าต่างการเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้



ภาพที่ 3.24 รายละเอียดหน้าต่างการเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้

ผู้จัดการระบบสามารถเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้ และทำการตรวจสอบการทำงานของผู้ใช้ในตารางนี้จะแสดง ID ชื่อใช้ ชื่อเล่นและเบอร์โทร แต่ในส่วนของรหัสผ่านระบบจะไม่แสดงรหัสเพราะระบบจะทำการเข้ารหัสเพื่อป้องกันรหัสของผู้ใช้เพื่อความปลอดภัยของการใช้งานโดยแสดงรายละเอียดการใช้งานมีดังนี้

หมายเลข 1. ช่องกรอกชื่อของผู้ใช้

หมายเลข 2. ช่องกรอกรหัสผ่าน

หมายเลข 3. ช่องกรอกชื่อเล่น

หมายเลข 4. ช่องกรอกเบอร์โทร

หมายเลข 5. ปุ่มยืนยันการเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้

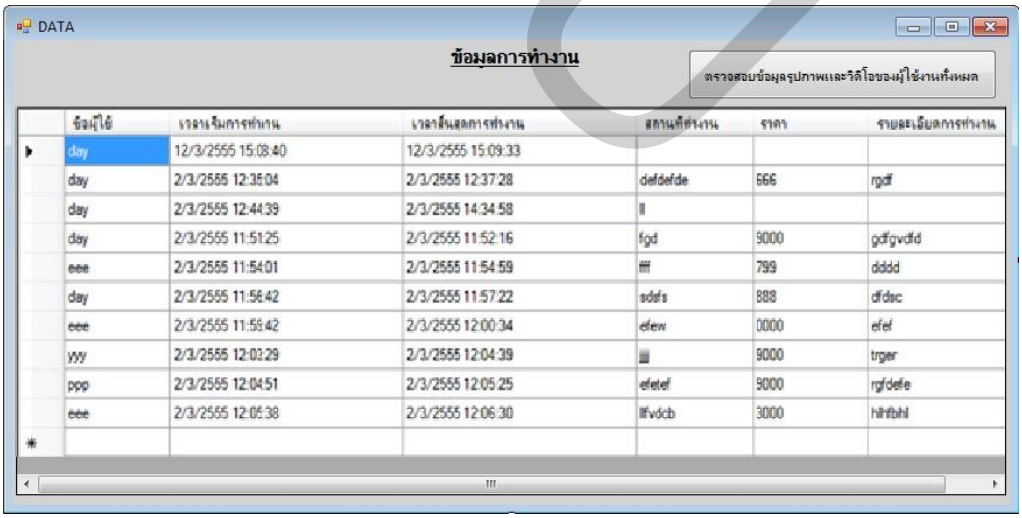
หมายเลข 6. ปุ่มเพื่อทำการลบข้อมูลผู้ใช้

หมายเลข 7. Row Table แสดงรายชื่อของผู้ใช้ที่ต้องการลบ

หมายเลข 8. ปุ่มแสดงตารางข้อมูลการทำงานของผู้ใช้ทั้งหมด

3.9.12 การตรวจสอบการทำงานตารางของ User

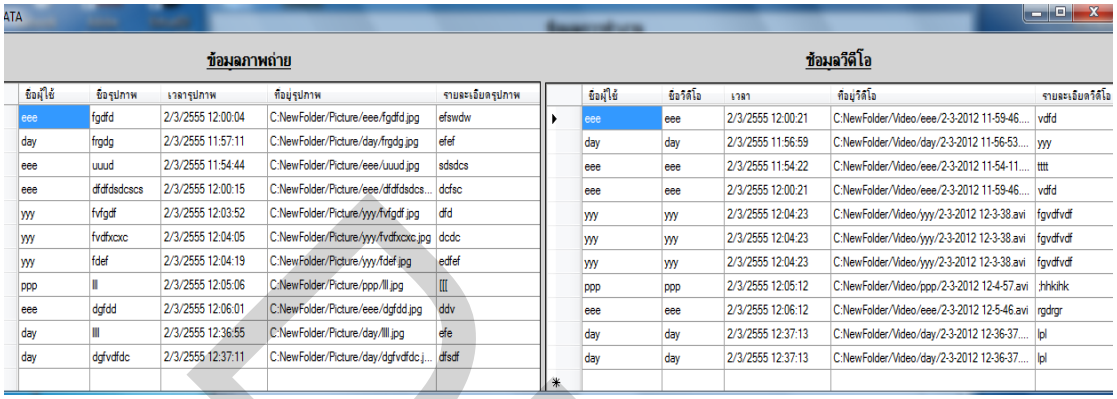
ผู้จัดการระบบเป็นผู้ตรวจสอบผู้ใช้โดยตารางนี้จะแสดงรายละเอียดการทำงาน ชื่อของผู้ใช้ เวลาเข้า เวลาออกของการใช้งานในแต่ละครั้ง สถานที่ ราคา ในตารางนี้สามารถทำการเลือกดูข้อมูลของผู้ใช้แต่ละคนได้



ภาพที่ 3.25 สถานการณ์ทำงานของหน้าตารางการตรวจสอบการทำงาน

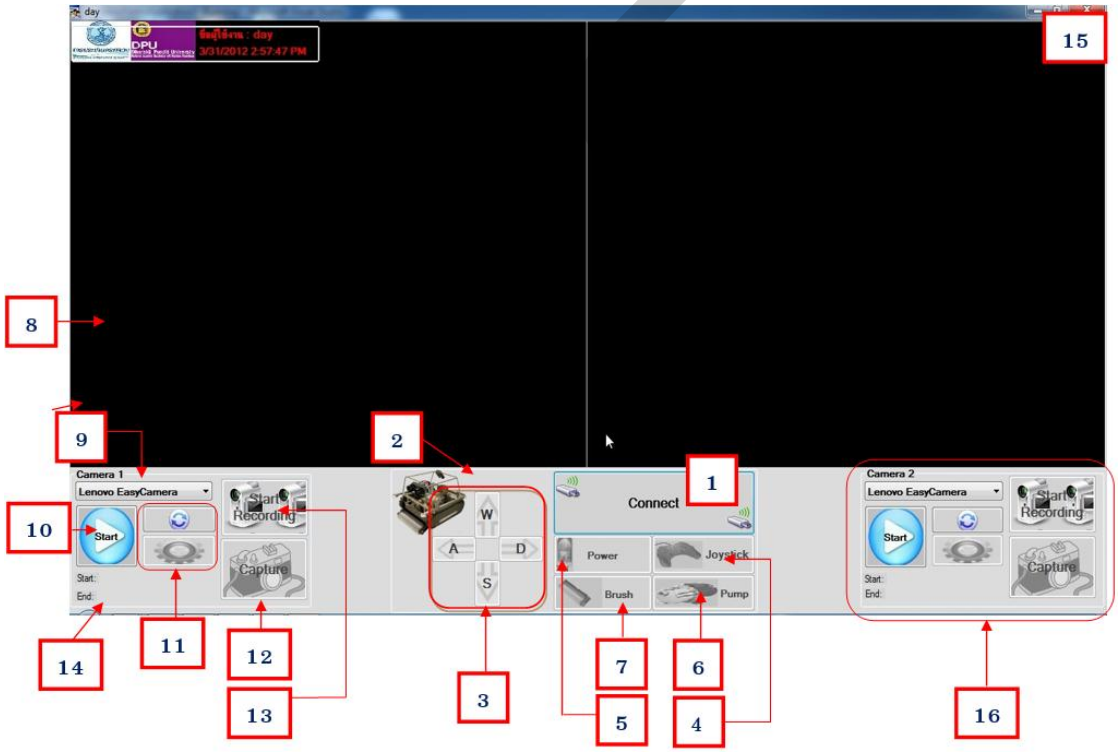
3.9.13 ส่วนของการตรวจสอบตารางข้อมูลของภาพและวีดีโอของผู้ใช้

การแสดงข้อมูลภาพและวีดีโอและที่อยู่ของไฟล์ภาพและวีดีโอว่าจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลส่วนใด ในตารางนี้ระบบจะทำการแสดงที่อยู่ของไฟล์ ซึ่งระบบจะทำการสร้างโฟลเดอร์ใหม่ของแต่ละผู้ใช้ให้ โดยผู้จัดการระบบสามารถเข้าไปดูภาพและวีดีโอที่บันทึกไว้ได้



ภาพที่ 3.26 สถานการณ์ทำงานของหน้าข้อมูลภาพและวีดีโอ

3.9.14 หน้าต่างการใช้งาน GUI



ภาพที่ 3.27 หน้าต่างการใช้งาน GUI

หน้าต่างการใช้งาน GUIมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข 1. ใช้Connect เชื่อมต่อกับ Serial Port

หมายเลข 2. แสดงผลสถานการณ์เคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

หมายเลข 3. ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

หมายเลข 4. เปิด-ปิด JoyToKeyที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Joystick

หมายเลข 5. เปิดระบบส่องสว่างใต้น้ำ

หมายเลข 6. เปิด-ปิด ระบบดูดตะกอน

หมายเลข 7. เปิด-ปิด ระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน

หมายเลข 8. หน้าจอแสดงถ่ายทอดสัญญาณภาพ

หมายเลข 9. ส่วนแสดงอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อของการถ่ายทอดสัญญาณภาพ

หมายเลข 10.เปิด-ปิดการรับสัญญาณภาพ

หมายเลข 11.ตั้งค่าต่างๆของกล้อง

หมายเลข 12.ใช้ในการบันทึกภาพ

หมายเลข 13.ใช้ในการบันทึกวิดิโอ

หมายเลข 14.บอกสถานะของเวลาในการบันทึกวิดีโอตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด

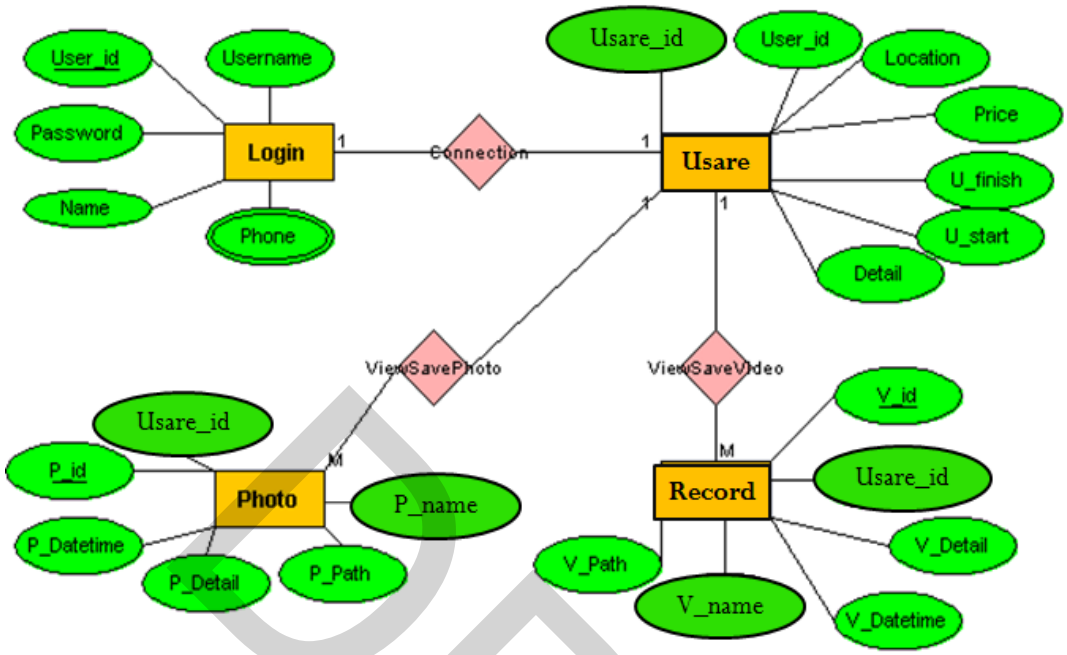
หมายเลข 15.ปุ่มปิดโปรแกรม

หมายเลข 16. ส่วนการทำงานของกล้อง 2 ที่เหมือนกับการทำงานของกล้องที่ 1

3.10 การออกแบบส่วนฐานข้อมูล(Database) เพื่อติดต่อกับส่วนประสานกราฟฟิก (GUI)

การติดต่อฐานข้อมูล Databaseนั้นเป็นอีกหนึ่งส่วนที่ใช้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงานโดยสามารถเก็บข้อมูลของการทำงานแต่ละส่วนได้ ซึ้งจะสามารถทำการตรวจสอบการทำงานของแต่ครั้งได้เก็บข้อมูลการทำงานที่ Admin เป็นผู้ตรวจสอบข้อมูลของ User เช่น ชื่อของ User เวลาเข้าและออกของการใช้งาน สถานที่ ราคา รายละเอียดการทำงาน และ ซึงระบบจะทำการสร้าง New folder ของแต่ละ User และเก็บข้อมูลที่อยู่ของไฟล์ภาพและวิดีโอที่บันทึกไว้ของแต่ละ User ซึ่งจะเก็บข้อมูลรายละเอียดของภาพและวิดีโอ

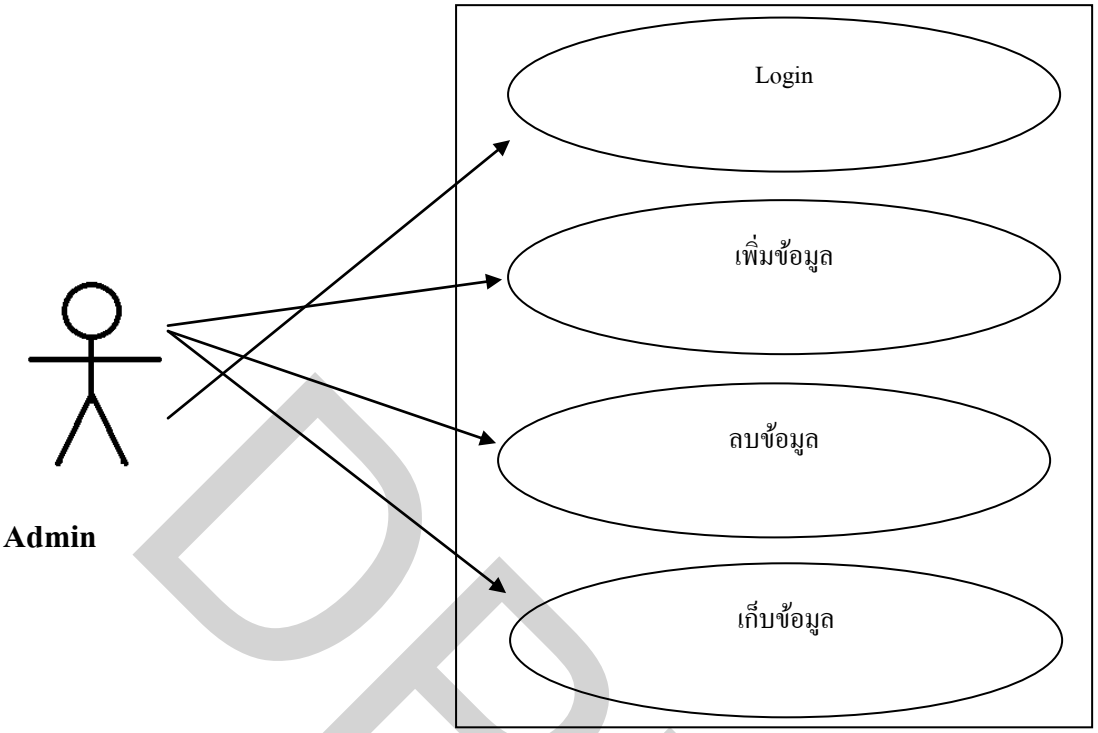
3.10.1 ER-Diagram



ภาพที่ 3.28 ER-Diagram แสดงการทำงานของฐานข้อมูล

DPU

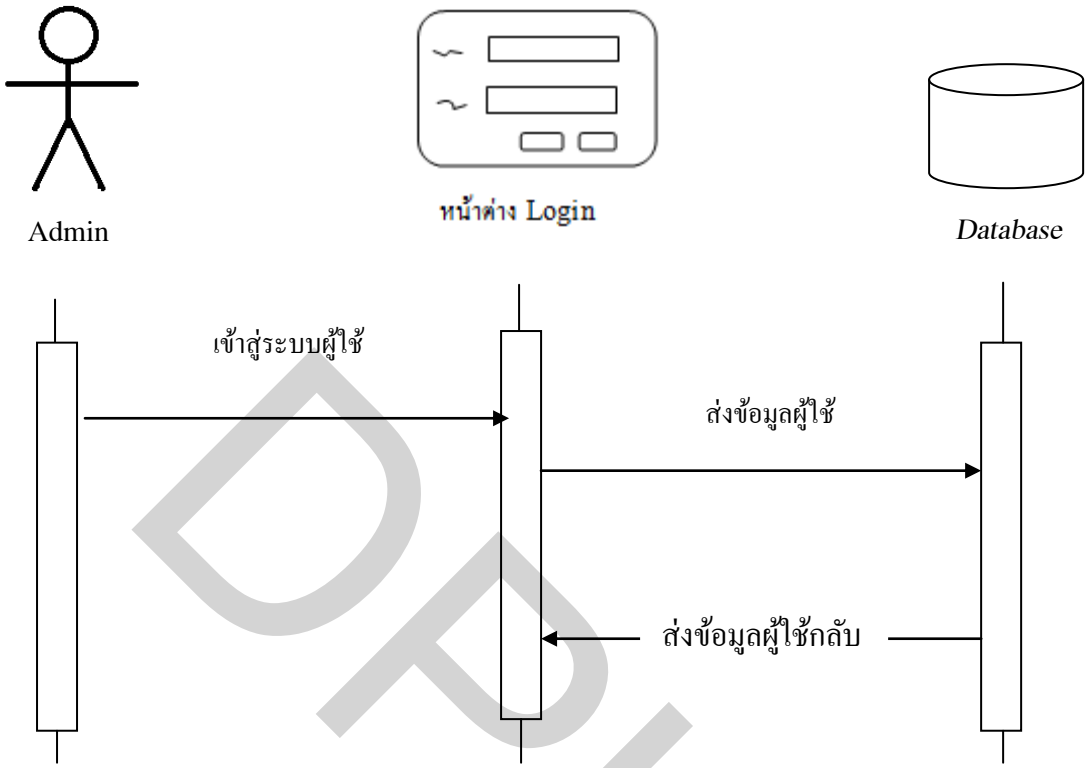
3.10.2 Use Case Diagram การจัดการข้อมูลผู้ใช้ของ Admin



ภาพที่ 3.29 UseCase Diagram การจัดการข้อมูลผู้ใช้ของ Admin

DPU

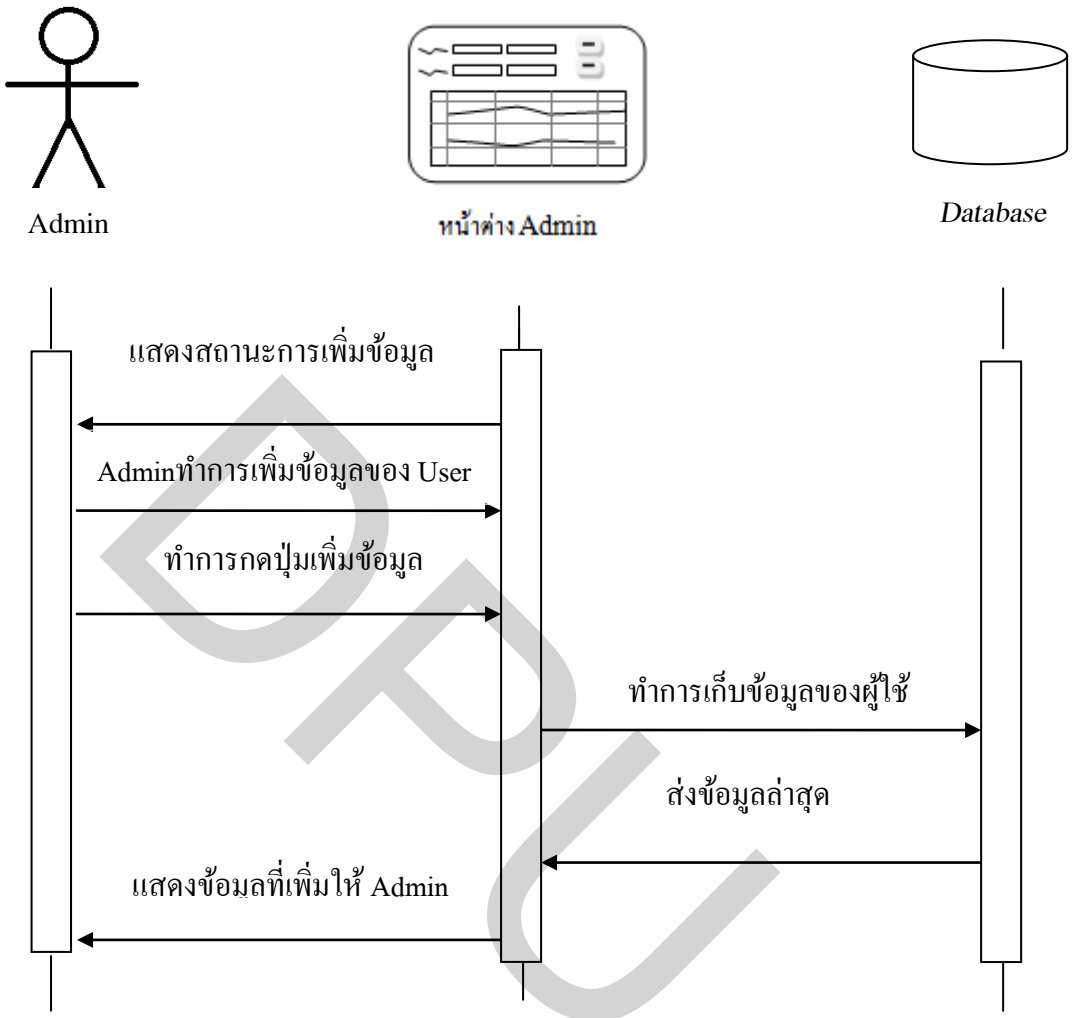
3.10.3 UML Sequence Diagram การเข้าระบบของ Admin



ภาพที่ 3.30 UML Sequence Diagram การเข้าระบบของ Admin

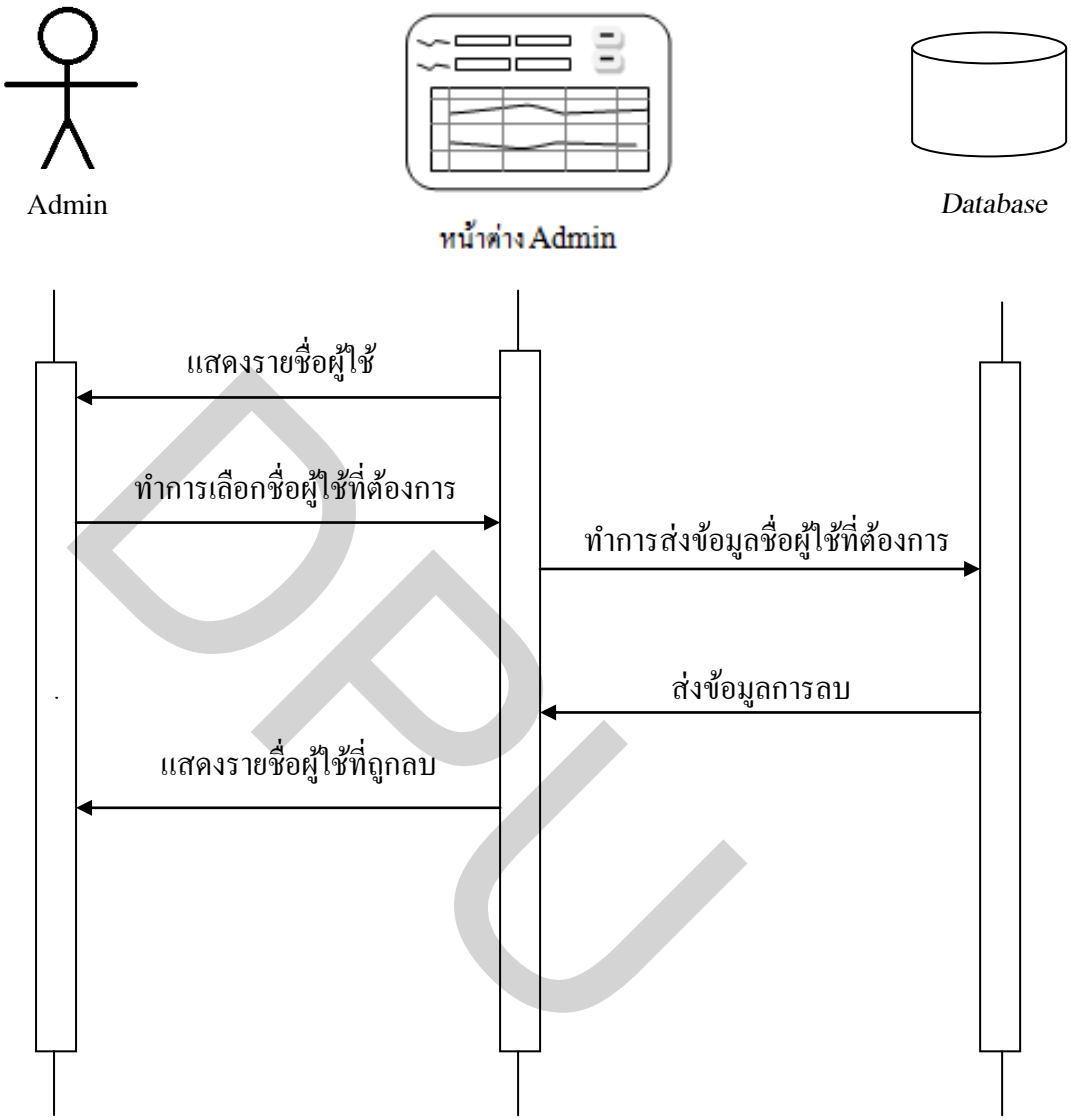
DPU

3.10.4 UML Sequence Diagram การเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้



ภาพที่ 3.31 UML Sequence Diagram การเพิ่มข้อมูลผู้ใช้

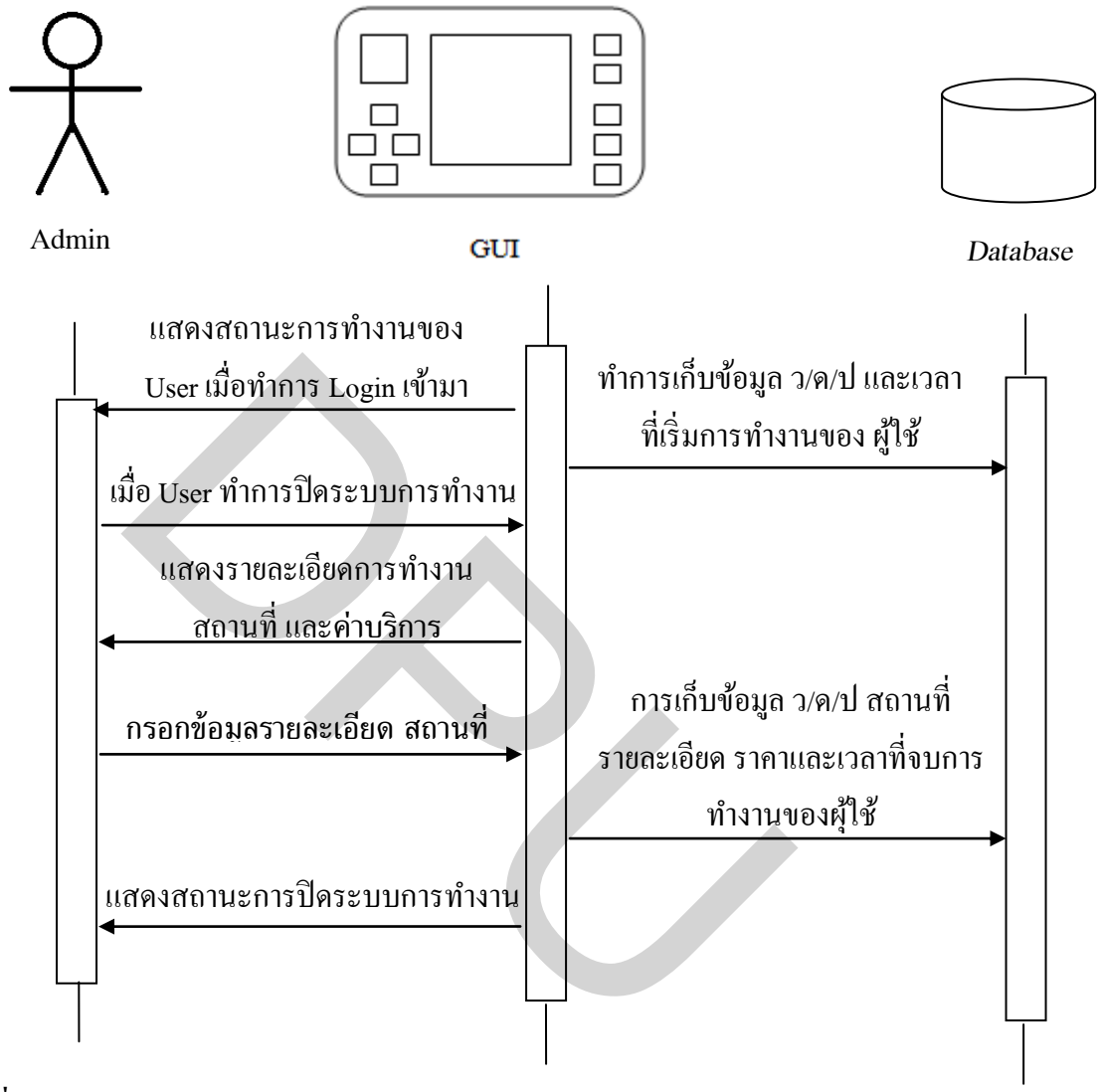
3.10.5 UML Sequence Diagram การลบข้อมูลผู้ใช้



ภาพที่ 3.32 UML Sequence Diagram การลบข้อมูลผู้ใช้

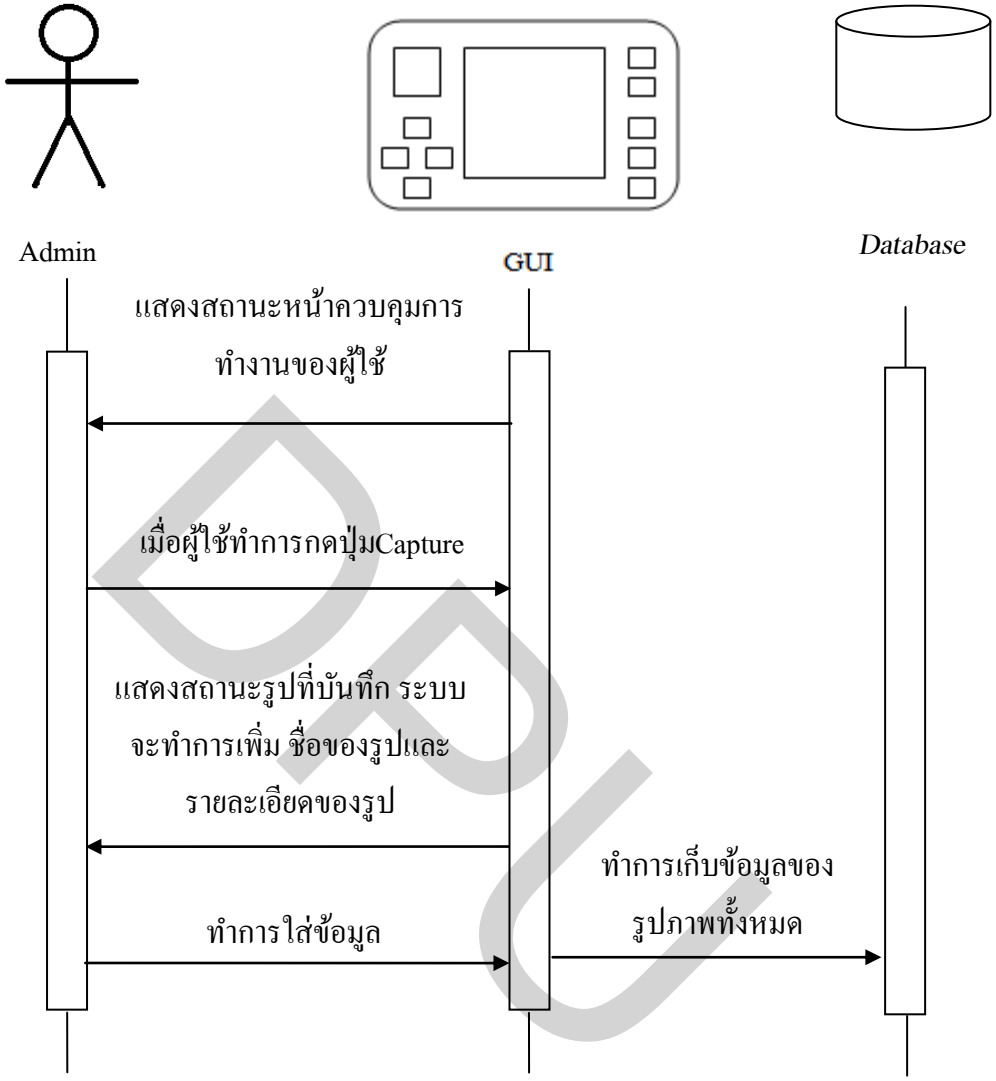
DPU

3.10.6 UML Sequence Diagram การเก็บข้อมูลการทำงานของผู้ใช้



ภาพที่ 3.33 UML Sequence Diagram การเก็บข้อมูลการทำงานของผู้ใช้

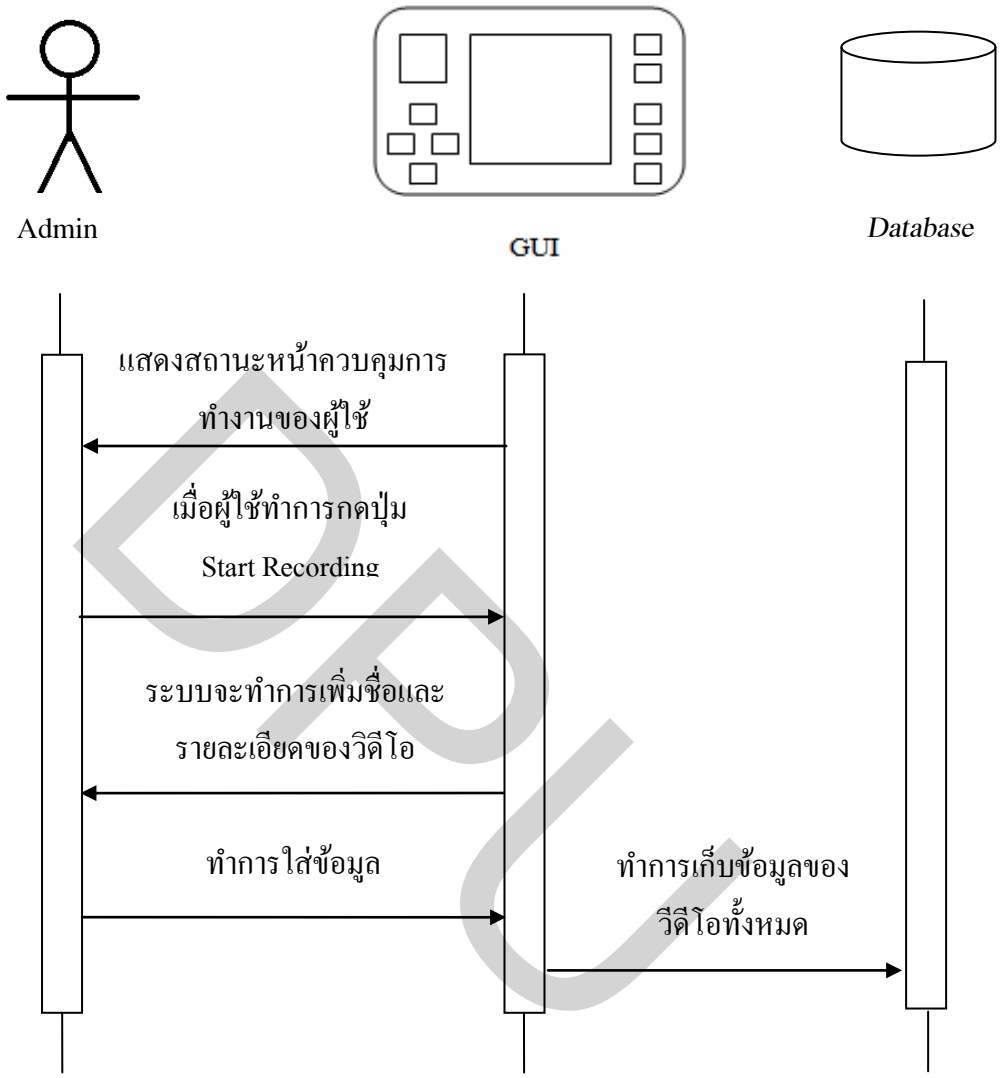
3.10.7 UML Sequence Diagram การบันทึกภาพการทำงานของหุ่นยนต์



ภาพที่ 3.34 UML Sequence Diagram การบันทึกภาพการทำงานของหุ่นยนต์

DPU

3.10.8 UML Sequence Diagram การบันทึกวิดีโอการทำงานของหุ่นยนต์



ภาพที่ 3.35 UML Sequence Diagram การบันทึกวิดีโอการทำงานของหุ่นยนต์

3.11 การวางแผนในระบบการซ่อมบำรุง

ในการปฏิบัติงานแต่ละครั้งนั้นนั้นอาจมีวัสดุหรืออุปกรณ์เกิดการเสียหายในระหว่างหรือหลังการปฏิบัติงานได้เนื่องจากหุ่นยนต์ต้องทำงานใต้น้ำอาจเกิดกรณีที่วัสดุและอุปกรณ์จะพังหรือเสียหาย ในการวางแผนในเรื่องของระบบซ่อมบำรุงนั้น สามารถแบ่งออกเป็นดังนี้

3.11.1 ก่อนที่จะนำหุ่นยนต์มาปฏิบัติงานการดูดตะกอนนั้น ควรจะตรวจสอบชิ้นส่วนทุกอย่างที่สำคัญ เช่น กล่องไฟที่ติดอยู่ด้านหลังของตัวหุ่นยนต์ และอุปกรณ์ต่างๆ

3.11.2 มีการเตรียมวัสดุหรืออุปกรณ์สำรองไว้ ทุกสถานการณ์พร้อมที่จะทำการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมบำรุงได้ทันที

3.11.3 ขณะที่ปฏิบัติงานอยู่นั้นจะต้องตรวจสอบว่ามีการผิดปกติตรงส่วนไหนหรือไม่ เช่น เมื่อเกิดวงจรลัดไฟฟ้าขึ้นมาในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่นั้น อาจจะสันนิฐานได้ว่ามีน้ำเข้าส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าของหุ่นยนต์หรือมีปัญหาในกรณีอื่นๆ ดังนั้นจึงต้องรีบการนำหุ่นยนต์ขึ้นมาจากสระน้ำทันที และทำการตรวจสอบหุ่นยนต์และอุปกรณ์ทันที

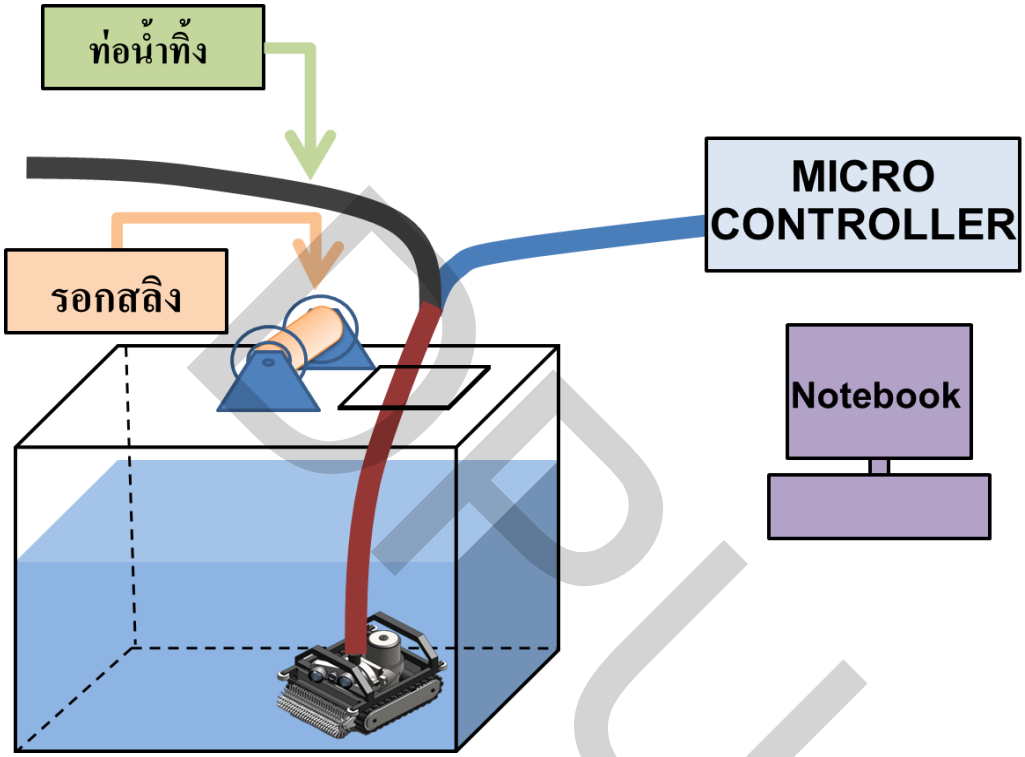
3.11.4 หลังจากปฏิบัติงานเสร็จแล้วจะมีเครื่องมือในการใช้ลมเป่าหุ่นยนต์เพื่อไล่น้ำที่เกาะอยู่กับตัวหุ่นยนต์หรือผ้าแห้งมาซับให้แห้งมากที่สุดเพื่อป้องกันผลที่อาจจะเกิดตามมาที่หลัง

3.11.5 คอยติดตามผลตลอดเวลาภายในหนึ่งปี ในเรื่องของระบบซ่อมแซมและซ่อมบำรุงจัดทีมงานที่มีความเชี่ยวชาญโดยเฉพาะเมื่อหุ่นยนต์เกิดมีวัสดุหรืออุปกรณ์เสียหาย จึงจะสามารถซ่อมได้อย่างรวดเร็วและเข้าใจ

3.11.6 จัดทำคู่มือบอกขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนรวมถึงวิธีการบำรุงรักษาหุ่นยนต์

บทที่ 4

การทดลอง



ภาพที่ 4.1 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำเป็นการทดสอบความสามารถของหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดและสำรวจภาพเหตุการณ์ใต้น้ำพร้อมทั้งสามารถเคลื่อนที่ได้ขณะปฏิบัติงานในถังพักน้ำประปาใต้ดินที่มีความลึกไม่เกิน 5 เมตร โดยทดสอบระบบช่วยเหลือหุ่นยนต์ขึ้น-ลงหุ่นยนต์ และทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำทุกระบบ ทำการควบคุมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำพร้อมกับทำความสะอาดโดยการดูดตะกอนขึ้นไปยังด้านบนของถังพักน้ำ เคลื่อนที่ลักษณะไป-กลับรอบๆถังพักน้ำพร้อมทั้งแสดงภาพในขณะปฏิบัติงานส่งสัญญาณภาพไปยังหน้าจอของระบบควบคุมที่อยู่บริเวณด้านบนของถังพักน้ำและทำการบันทึกเวลาในการทำความสะอาด พร้อมทำการบันทึกผลและรายละเอียดในการทดสอบ โดยวิธีการทดสอบประสิทธิภาพมีขั้นตอนดังนี้

เตรียมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแล้วเปิดโปรแกรมการทำงานและระบบควบคุมต่างๆ จากนั้นติดตั้งกล่องควบคุมแล้วเชื่อมต่อสายควบคุมต่างๆ แล้วทำการทดสอบระบบการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์ ให้พร้อมก่อนการปฏิบัติงานจริงจากนั้นทำการตรวจสอบจุดที่คาดว่าจะเป็นอุปสรรคปัญหากับหุ่นยนต์ และเตรียมความพร้อมของหุ่นยนต์และชุดควบคุมจากนั้นนำเชือกสลิงมาติดเข้ากับตัวหุ่นยนต์ที่ได้ติดตั้งไว้บริเวณด้านหลังของหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ได้โรยตัวลงไปใต้ผิวน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ และนิ่มนวล เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการกระทบกระเทือนจากนั้นนำหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำโรยตัวลงมาโดยสามารถควบคุมการโรยเชือกสลิงลงมาได้ เพราะผู้จัดทำใช้ระบบรอกแบบคว้านไฟฟ้า เป็นระบบที่สามารถปรับเร็วช้าได้ที่ตามต้องการ เพื่อลดแรงกระแทกจากผิวน้ำและลดความเสียหายให้แก่ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ เมื่อหุ่นยนต์ลงสู่ด้านล่างของถังพักน้ำแล้ว จากนั้นทำการเปิดระบบดูดตะกอนและแปรงทำความสะอาดและควบคุมไปยังจุดต่างๆจนทั่วถังพักน้ำ พร้อมทั้งสังเกตการณ์ขณะปฏิบัติงานของหุ่นยนต์จากหน้าจอประสานกราฟิกผ่านกล้องใต้น้ำที่ติดตั้งบริเวณด้านหน้าของหุ่นยนต์และบันทึกผลการทดสอบ ว่าหุ่นยนต์ปฏิบัติการสำรวจและดูดตะกอน ไปและกลับในระยะ 25 เมตร รวมแล้วประมาณ 50 เมตร ใช้เวลานานเท่าไหร่และประสิทธิภาพในการทำความสะอาดตะกอนมีความสะอาดกี่เปอร์เซ็นต์ เมื่อควบคุมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำปฏิบัติงานทำความสะอาดไปยังจุดต่างๆ ของถังพักน้ำจนครบแล้ว จากนั้นนำหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำขึ้นมายังด้านบนโดยใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือดึงขึ้นมาบริเวณด้านบนของถังพักน้ำ จากนั้นตรวจสอบความเสียหายของหุ่นยนต์ทำความสะอาดสิ่งสกปรกที่อาจจะติดมากับหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำด้วยน้ำสะอาด

การวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

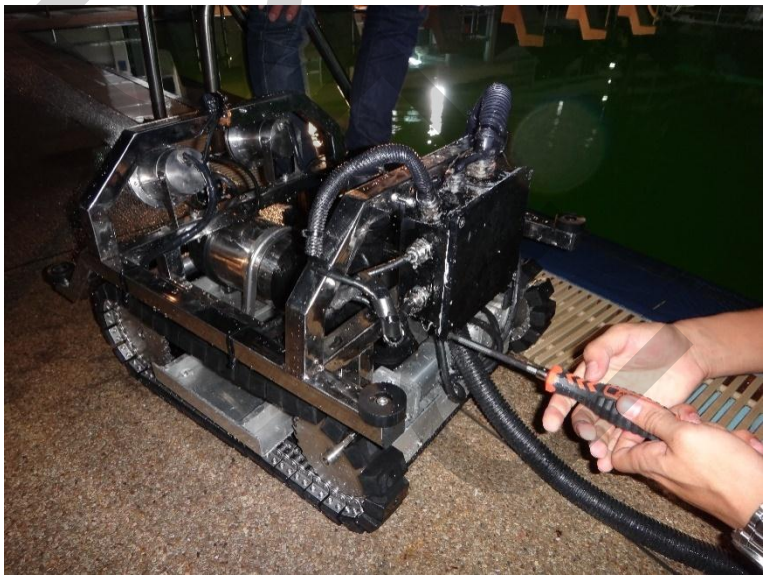
1) การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์เบื้องต้น สามารถดูดตะกอนและสำรวจภาพและเหตุการณ์ใต้น้ำได้สามารถเดินบนทางที่มีสภาพพื้นผิวขรุขระได้และสามารถดำเนินปฏิบัติการวิ่งในสระน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 5 เมตรได้

2) การปฏิบัติงานในสถานที่ที่ได้ทำการจำลองขนาดกว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตรก็คือสระน้ำของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ โดยได้จำลองวิ่งและสำรวจภาพในขณะดำเนินการดูดตะกอนส่งผลมายังกล่องควบคุมที่อยู่ด้านบนของสระน้ำ หุ่นยนต์สำรวจและดูดตะกอนต้องเคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและแสดงผลมาอย่างชัดเจน และเพื่อทำการค้นหาสิ่งสกปรกหรือสิ่งปฏิกูลได้ จะต้องมีการใช้กล้องในการค้นหาสิ่งสกปรกหรือสิ่งปฏิกูลซึ่งได้ทำการวิ่งไปยังจุดต่างๆ โดยได้ทำการบันทึกเวลาในการค้นหาสกปรกหรือสิ่งปฏิกูลในแต่ละพื้นที่ พร้อมทั้งทำการบันทึกผลการทดลอง

3) การปฏิบัติงานในสถานที่จริงที่ถังพักน้ำขนาดใหญ่ ณ ที่การประปานครหลวง สาขาพญาไท ซึ่งมีการทดสอบจริงแบบเต็มรูปแบบ ได้ทำการทดสอบระบบของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำทุกระบบและได้ทำการบันทึกผลการทดสอบ และมีการตรวจวัดประสิทธิภาพในการทำความสะอาด อยู่ที่ 90-95% และใช้เวลาในการทำงานประมาณ 1-2 ชั่วโมง

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพระบบกันน้ำของกล่องจ่ายกระแสไฟฟ้า

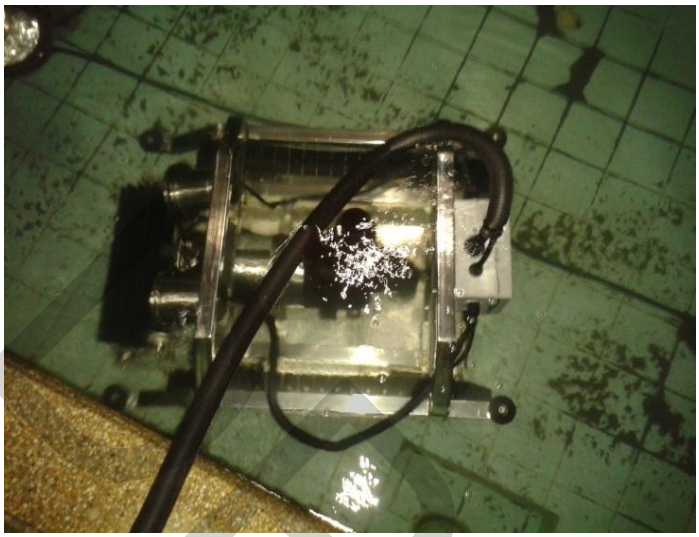
4.1.1 การทดสอบโดยจำลองอ่างน้ำที่มีความลึกอยู่ประมาณ 1 เมตร เพื่อการทดสอบแรงดันน้ำเพื่อตรวจสอบการป้องกันน้ำเข้ากล่องจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลังของหุ่นยนต์การตรวจเช็คกล่องจ่ายกระแสไฟฟ้า ว่าระบบกันน้ำมีจุดรั่วซึมส่วนใดบ้าง หรือมีน้ำเข้าด้านไหนของกล่องบ้าง ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 การหาจุดรั่วซึมและหาจุดที่น้ำซึมเข้าภายในกล่องเพื่อทดสอบและแก้ไขระบบกันน้ำ

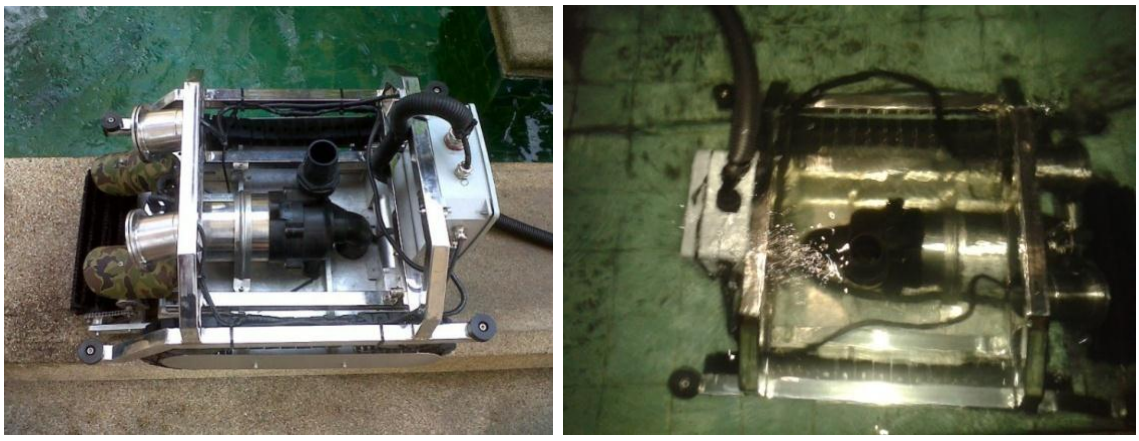
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์

4.2.1 การทดสอบความสามารถในการดูดตะกอนของบ่อน้ำจำลองที่มีความลึก 0.8 เมตร ซึ่งได้มีการออกแบบหุ่นยนต์ สามารถเคลื่อนที่ได้ที่มีความลึกไม่เกิน 5 เมตร และได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 3 รอบ รอบละ 3 เมตร รวมแล้วประมาณ 10 เมตร ไปและกลับดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำที่มีความลึก 0.8 เมตร

4.2.2 ความสามารถเคลื่อนที่บนทางที่มีสภาพพื้นผิวมันหรือพื้นผิวลื่นโดยได้ทำการจำลองพื้นที่ผิวโดยใช้สระน้ำที่ปูพื้นโดยกระเบื้องเซรามิกและพื้นปูนซีเมนต์ทั่วๆ ไป ซึ่งมีความลื่นและความหนืดที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในการทดสอบและปฏิบัติงาน ในการทดสอบ 2 ครั้ง หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ผ่านสภาพพื้นผิวได้จริงดังรูปที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่ที่มีสภาพพื้นผิวมันและหยาบ

4.2.3 ความสามารถปฏิบัติงานในแอ่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตรในการทดสอบจำนวน 3 ครั้งหุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ได้จริง ดังภาพที่ 4.5

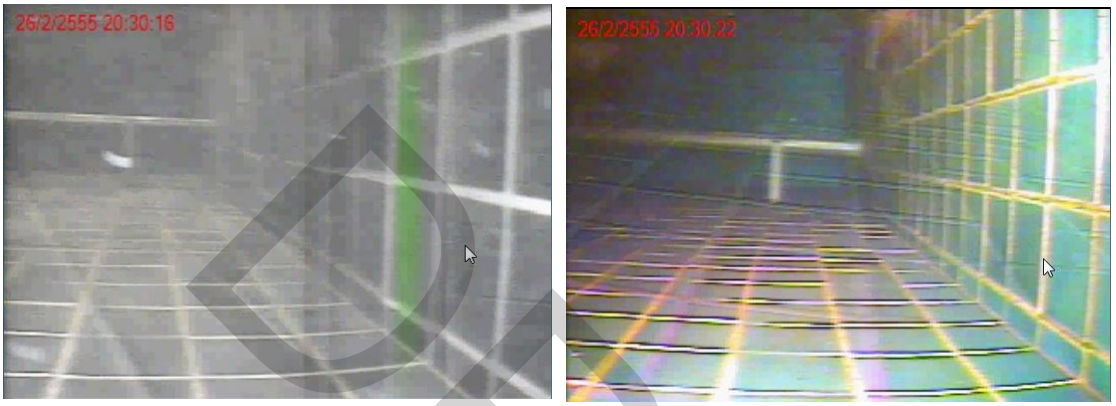
ภาพที่ 4.5 การทดสอบประสิทธิภาพในการเคลื่อนที่ภายในแอ่งน้ำที่มีความลึกไม่เกิน 2 เมตร

4.2.4 การทดสอบประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานในตอนกลางคืนในที่มืดหรือแสงสว่างเข้าไม่ถึงโดยมีการใช้ไฟส่องในการปฏิบัติงาน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถของโคมไฟของตัวหุ่นยนต์ในกาดำเนินงานเพื่อการสำรวจและดูดตะกอนดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6 การทดสอบประสิทธิภาพไฟส่องสว่างของตัวหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

4.3 ทดสอบการถ่ายทอดสัญญาณภาพ

การแสดงผลใน GUI ก็จะปรากฏภาพของกล้องที่ทำงานอยู่ ในการทดสอบกล้องจะเห็นได้ว่า มีจำนวนเฟรม = อัตราเฟรมเรท 30 เฟรมต่อวินาที และมีสัญญาณรบกวนในการประมวลผลของกล้องเมื่อทำการปิดไฟส่องสว่างหรือทำให้แสงสว่างภายในกล้องมืด จะเห็นการทำงานของระบบอินฟาเรท (มองเห็นเป็นภาพขาวดำ) จากนั้นก็ทำการเปิดไฟส่องสว่างให้กับหุ่นสถานะของกล้องก็เปลี่ยนเป็นภาพสี



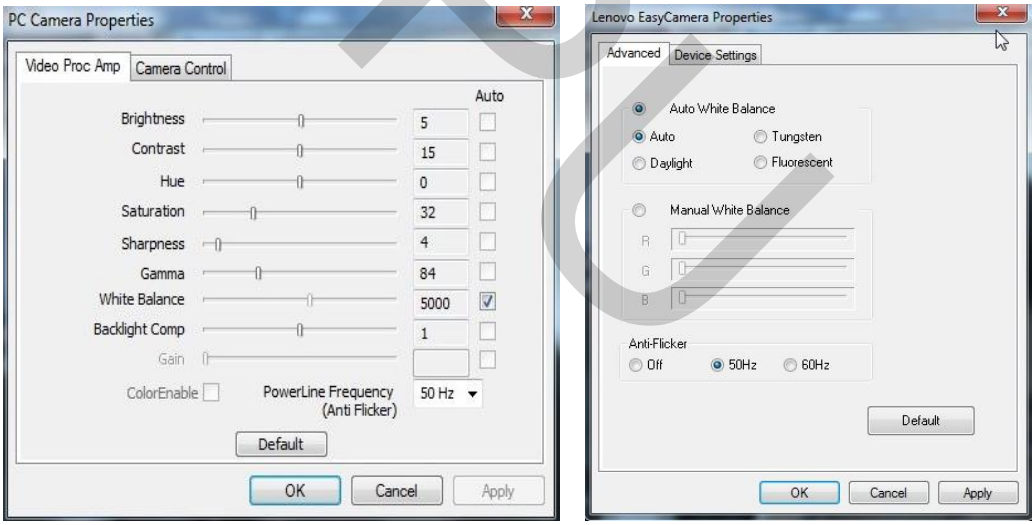
ภาพที่ 4.7 ความแตกต่างของภาพขณะที่อินฟาเรททำงานกับใช้ไฟส่องสว่าง

4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของกล้องผ่าน GUI ถ้ามีการตัดสัญญาณภาพหรือตัดสัญญาณไฟจากชุดควบคุมโดยไม่ได้สั่งหยุดการทำงานจาก GUI ก็จะแสดงเป็นภาพมืด (มองเห็นเป็นภาพสีดำมืดสนิท) จากการทดสอบกล้องในที่ที่มีความสว่างมากเกินไปก็จะทำให้มองเห็นได้ไม่ชัดเพราะมีการย้อนแสงเข้าและถ้าอยู่ในที่ที่มีความลึกมากๆ มีตะกอนเยอะและ มีน้ำขุ่นๆ จะทำให้มองไม่ออกเลยว่าอยู่ส่วนไหนของภารกิจหรือทำอะไรอยู่ในขณะนั้น

ภาพที่ 4.8 ภาพของกล้องเมื่อโดนตัดสัญญาณ (มองเห็นเป็นภาพสีดำมืด)

ภาพที่ 4.9 สถานที่มีแสงสว่างมากเกินไปกับมีตะกอนเยอะและน้ำขุ่น

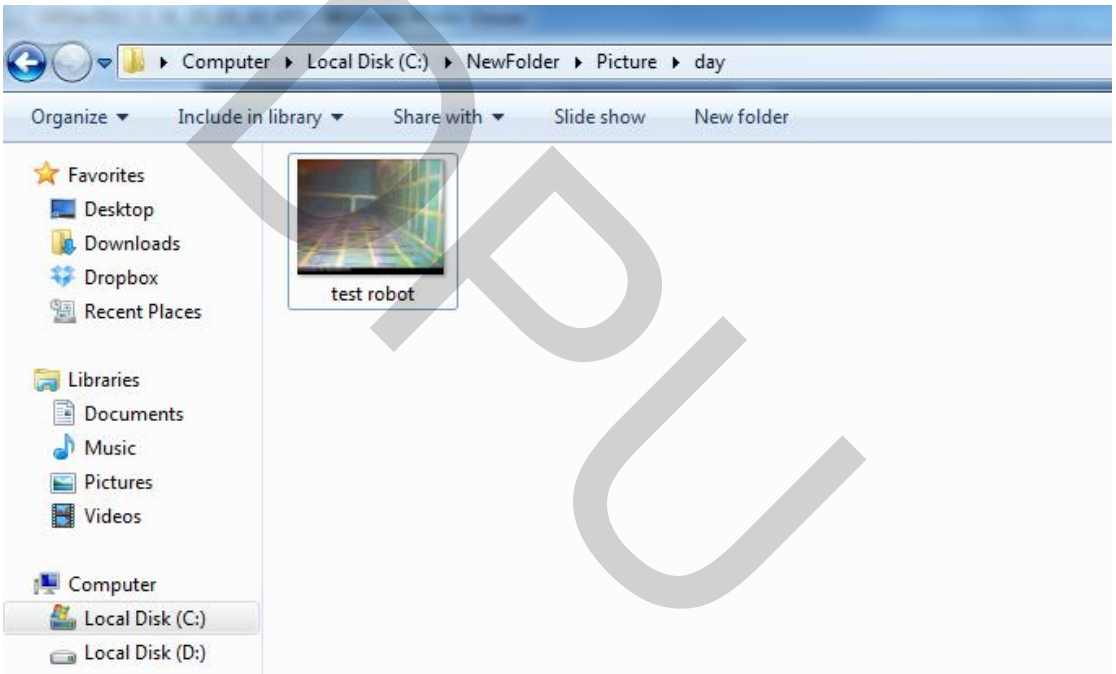
4.3.2 การทดสอบการตั้งค่าของกล้องผ่าน GUI ปรับความคมชัด ปรับรายละเอียดการทำงานของภาพก็จะเปลี่ยนไปในรูปแบบหรือมุมมองต่างๆตามที่เรากำหนดและในการตั้งค่าขึ้นอยู่กับ Driver ของกล้องแต่ละตัวว่ามีคุณสมบัติในปรับหรือตั้งค่าได้มากน้อยเพียงใด



ภาพที่ 4.10 ฟังก์ชันในการตั้งค่าของกล้อง

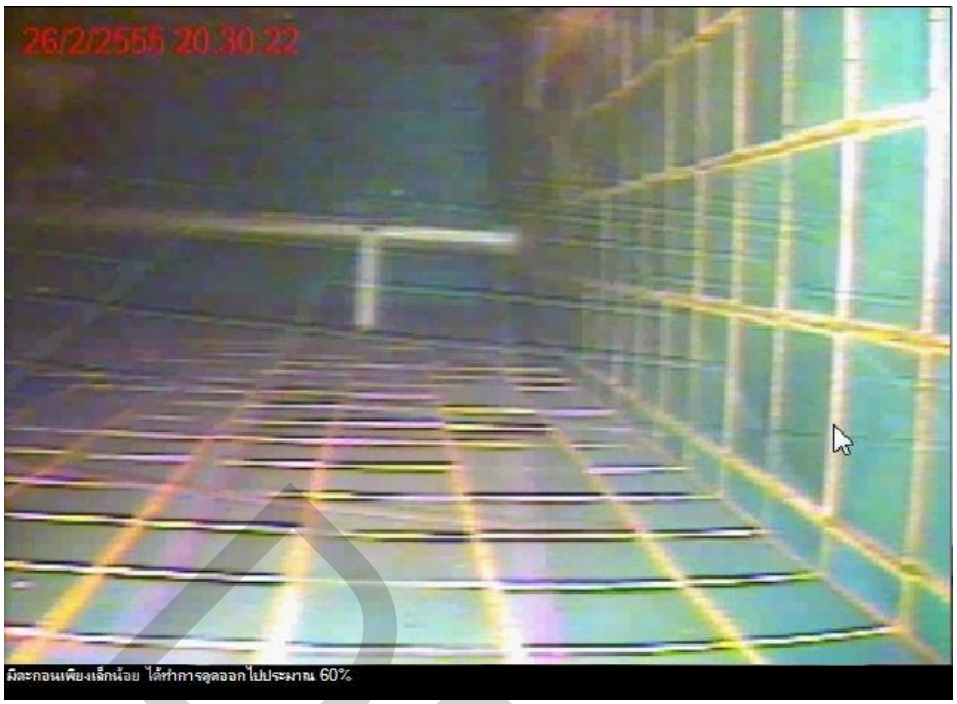
4.4 ทดสอบการบันทึกภาพถ่าย (Capture)

การทดสอบการถ่ายภาพโดยการกดปุ่ม Capture จากหน้าจอ GUI จากนั้นโปรแกรมจะทำการจัดเก็บไฟล์ไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ในที่นี้ผู้จัดทำให้จัดเก็บไว้ที่ไดร์ C:\NewFolder\Picture\????(ชื่อผู้ใช้) ระบบก็จะสร้างโฟลเดอร์ใหม่ตามชื่อผู้ใช้ที่ Login เข้ามา เช่น login ด้วย Username คือ day ที่อยู่ของไฟล์จะสร้างโฟล์เดอร์ใหม่ขึ้นมาที่ชื่อว่า C:\NewFolder\Picture\day\???.Jpgและเมื่อเราได้ใส่ชื่อรูปและรายละเอียดตามที่GUIกำหนดให้ระบุช่องที่ใส่ชื่อรูปจะระบุถึงชื่อไฟล์name.jpg ในส่วนของรายละเอียดของรูปที่ใส่จะมีคอมเม้นใต้รูปในไฟล์name.jpg และมีขนาดของภาพ 640 x 480



ภาพที่ 4.11 ที่อยู่ของไฟล์รูป C:\NewFolder\Picture\day\test robot.jpg

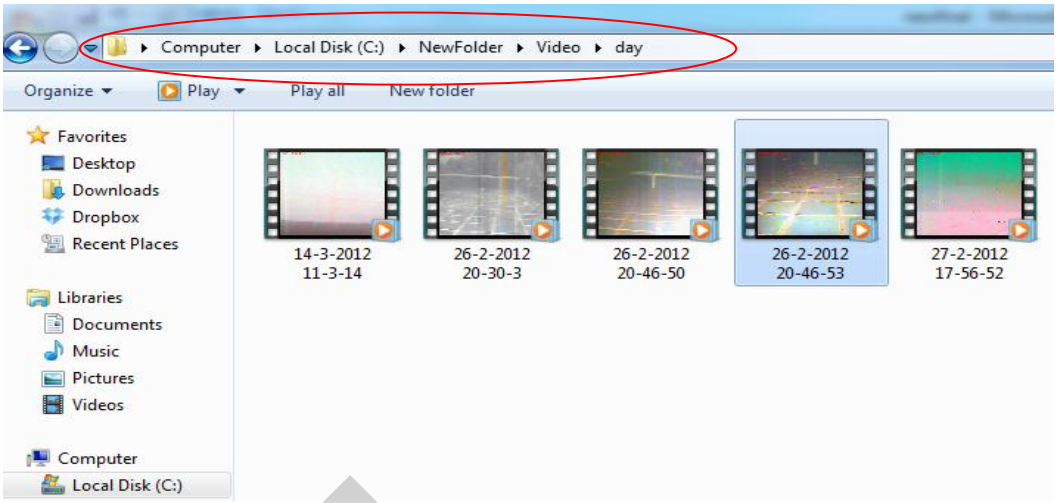
DPU



ภาพที่ 4.12 ไฟล์รูปภาพที่ได้จากการบันทึกจะมีคอมเม้นใต้รูปในไฟล์ภาพ

4.5 ทดสอบการบันทึกวิดีโอ (Video Record)

การทดสอบบันทึกวิดีโอโดยการกดปุ่ม (Start Record) จากหน้าจอ GUI จากนั้นโปรแกรมจะทำการบันทึกไฟล์ไว้ในฐานข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ในที่นี้ผู้จัดทำให้จัดเก็บไว้ไดร์ C:\NewFolder\Video\????.AVI (ชื่อผู้ใช้) แล้วก็จะสร้างโฟลเดอร์ใหม่ตามชื่อผู้ใช้ที่ Login เข้ามา เช่น login ด้วย Username คือ day ที่อยู่ของไฟล์ก็จะสร้างโฟล์เดอร์ใหม่ขึ้นมาที่ชื่อว่า C:\NewFolder\Video \day\time.avi ในส่วนของชื่อไฟล์หรือ name.avi จะอัฟเดทผ่านเวลา วัน เดือน ปี ล่าสุด เช่น 31-3-2012 16-54-49.avi

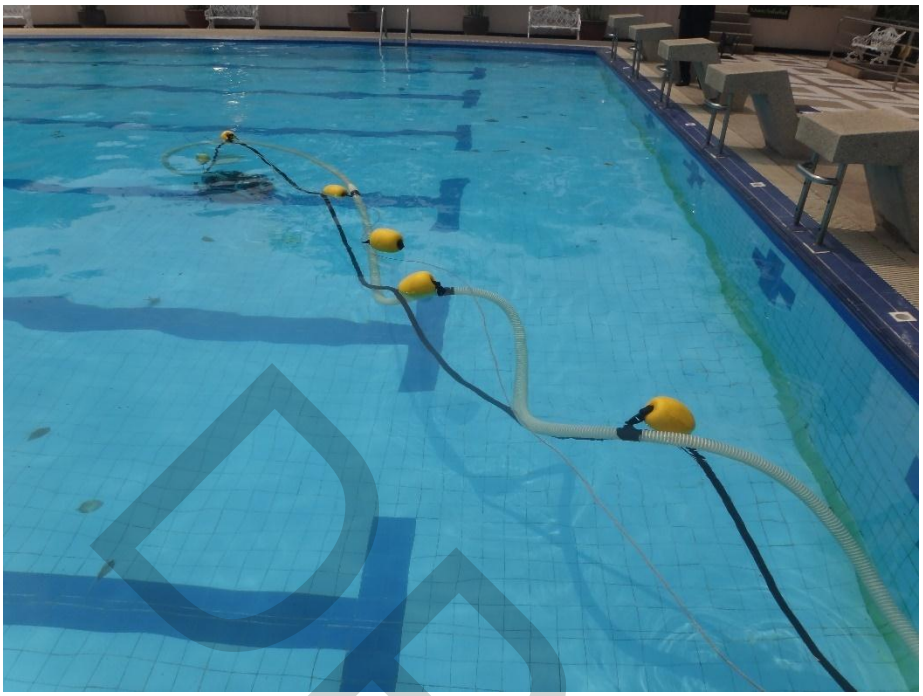


ภาพที่ 4.13 ที่อยู่ของไฟล์วิดีโอ C:\NewFolder\Video\???? (ชื่อผู้ใช้)

4.5.1 ในการทดสอบบันทึกวิดีโอจะพบว่าการบันทึกวิดีโอของกล้องแต่ละตัวค่อนข้างที่จะมีขนาดไฟล์ที่ใหญ่พอสมควร ซึ่งเกิดจากไฟล์ภาพที่รวมกันหลายๆเฟลมเป็นวิดีโอซึ่งค่าความจุจะอยู่ที่ 1นาที ใช้ความจุโดยประมาณเท่ากับ 91MB และมีขนาด 480 x 640

ภาพที่ 4.14 ไฟล์วิดีโอที่ได้จากการบันทึกหรือ Record

4.6 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในสถานที่ที่ได้ทำการจำลอง



ภาพที่ 4.15 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำในสถานที่จำลอง

4.6.1. วิธีการดำเนินการทดลอง

4.6.1.1 นำอุปกรณ์ช่วยเหลือวางตรงจุดวางที่เตรียมไว้ และเตรียมชุดควบคุมสำหรับการปรับตั้งโปรแกรมการทำงานและระบบควบคุมต่างๆ

4.6.1.2 เริ่มทำการตั้งค่าต่างๆ ของกล่องควบคุมอยู่ด้านบนเพื่อทำการบังคับ (Control) หุ่นยนต์สำรวจและดูดตะกอนออกจากจุดเริ่มต้นพร้อม เพื่อทำหน้าที่ปฏิบัติงานของหุ่นยนต์

4.6.1.3 ทำการตรวจสอบจุดที่เคยเป็นอุปสรรคปัญหากับหุ่นยนต์ และเตรียมความพร้อมของหุ่นยนต์และระบบควบคุม (Control)

4.6.1.4 นำสลิงมาเกี่ยวเข้ากับตัวหุ่นยนต์ที่ได้ติดตั้งไว้ด้านหลังของหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์โรยตัวลงไปใต้ผิวน้ำอย่างมีประสิทธิภาพและนิ่มนวลเพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการกระทบกระเทือน

4.6.1.5 ทำการนำหุ่นยนต์สำรวจและดูดตะกอน ค่อยโรยตัวลงมา โดยสามารถควบคุมการโรยสลิงลงมาได้ ใช้ระบบลอกแบบวินซ์ (Winch) ไฟฟ้า เป็นระบบที่สามารถปรับเร็วช้าได้ที่ตามต้องการ เพื่อลดแรงกระแทกจากผิวน้ำและลดความเสียหายให้แก่ชิ้นส่วนของหุ่นยนต์

DPU

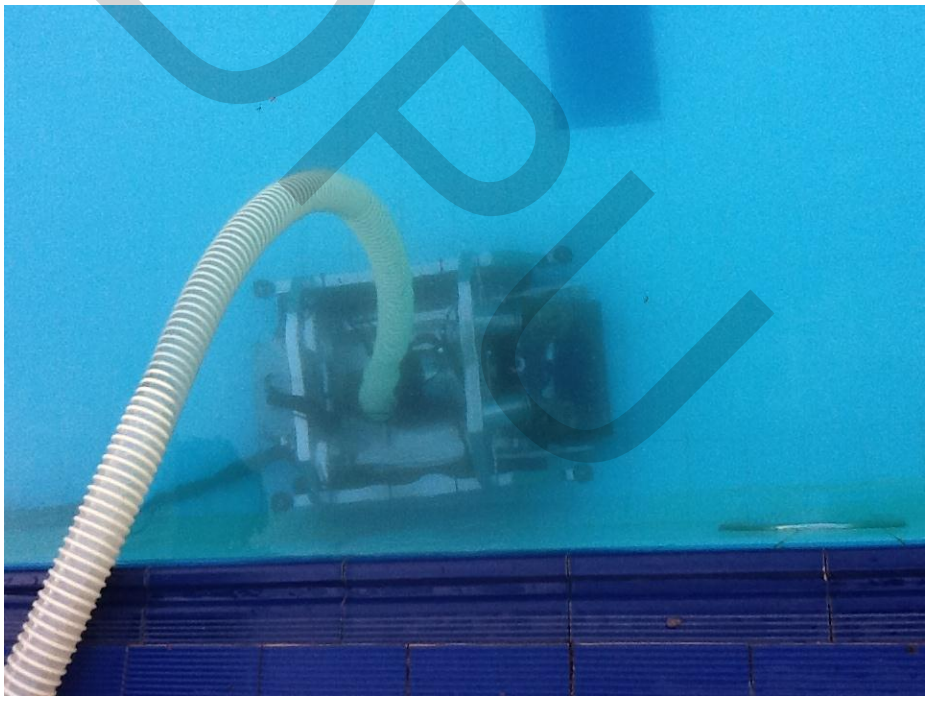
4.6.1.6 ทำการรัน Program ของระบบต่างๆเพื่อทำให้หุ่นยนต์ได้ปฏิบัติงานตามหน้าที่และตามโปรแกรมที่วางไว้และค่อย Stand By ต่างๆเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายกับหุ่นยนต์และสิ่งอื่นๆ

4.6.1.7 หลังจากทำการโรยตัวหุ่นยนต์ลงไปปฏิบัติงาน ให้ทำการสังเกตุการปฏิบติงานและเก็บผลการดำเนินงานของหุ่นยนต์และเก็บผลการทดสอบ ว่าหุ่นยนต์ปฏิบัติการสำรวจและดูดตะกอน ไปและกลับในระยะ 25 เมตร รวมแล้วประมาณ 50 เมตร ใช้เวลานานเท่าไหร่

4.6.1.8 ทำซ้ำจากข้อที่ 4.6.1.6 อีก 1-2 รอบ ไปและกลับ แล้วทำการจับเวลาการเคลื่อนตัวและการปฏิบัติงาน ว่าจะมีเวลาไปและกลับทำกันหรือไม่

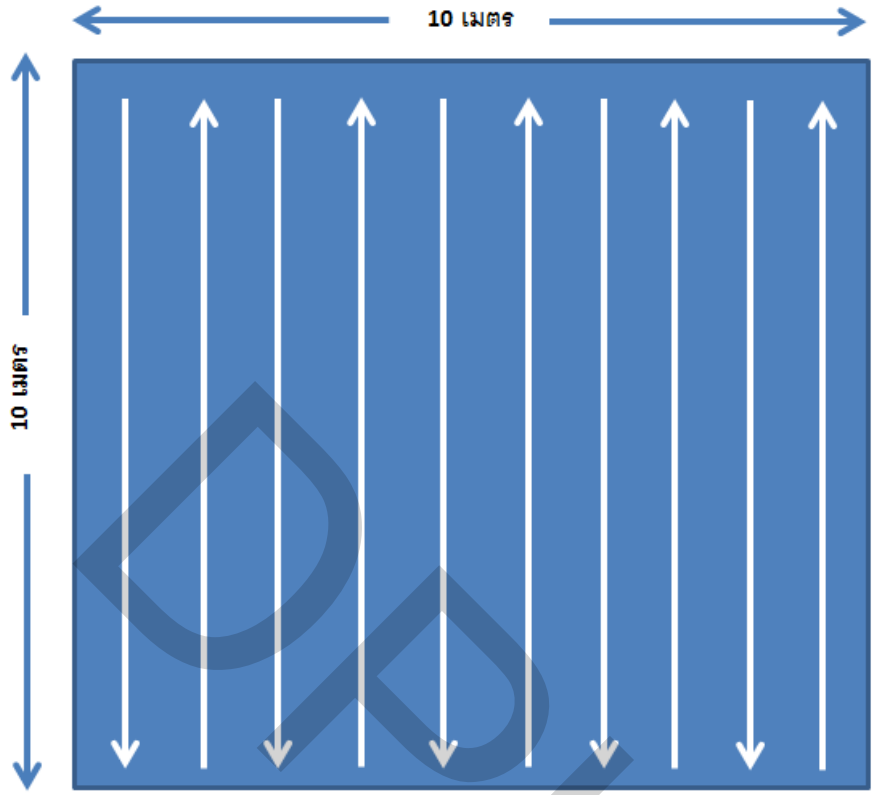
4.6.1.9 ให้ทำการเตรียมความพร้อมของหุ่นยนต์และเซทระบบทุกอย่างซ้ำอีก ตั้งแต่ข้อที่ 4.6.1.1 จนถึง 4.6.1.6 เป็นจำนวน 2 ครั้ง โดยบันทึกลงในตารางบันทึกผลครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3

4.6.1.10 ในการดำเนินการปฏิบัติงานนั้นพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบและทดลองผล มีระยะประมาณ ความกว้าง 15 เมตร ยาว 25 เมตร และลึกประมาณ 1.8 เมตร



ภาพที่ 4.16 การดำเนินงานและปฏิบัติการสำรวจและดูดตะกอนใต้น้ำ

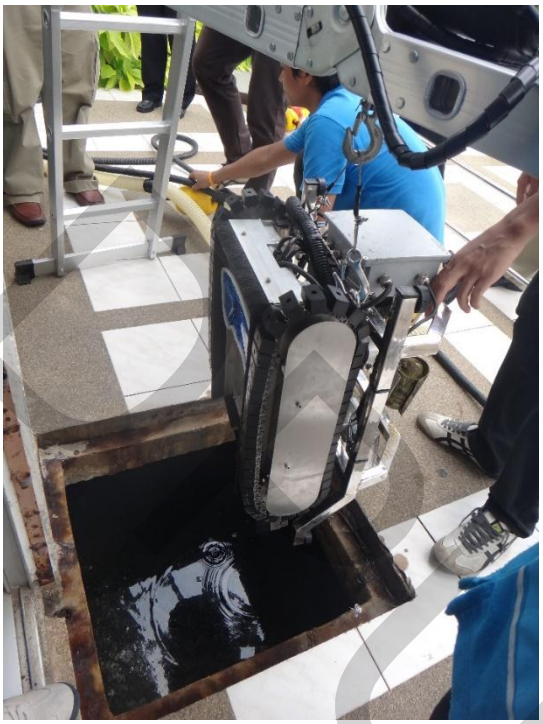
4.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ



ภาพที่ 4.17 รูปแบบการเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

4.8 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดถังพักน้ำประปา

การทดสอบประสิทธิภาพในการล้างถังพักน้ำประปาในในสถานที่จริงเป็นการทดสอบในเรื่องของประสิทธิภาพในการทำความสะอาดของหุ่นยนต์ดูดตะกอน และการคำนวณเวลาทั้งหมดในการทำงาน โดยผลการทดสอบ หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสามารถทำความสะอาดตะกอนได้ถึง 90-95% โดยมีนักวิชาการจากทางประปาเข้าร่วมชมในการทดสอบด้วย



ภาพที่ 4.18 การทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ในการทำความสะอาดถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่

ภาพที่ 4.19 ตะกอนที่ออกท่อน้ำทิ้งจากการทำความสะอาดถังพักน้ำของหุ่นยนต์ดูดตะกอน

4.9 ผลการทดสอบทางด้านเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1

ช่องทาง	ไป, กลับ ในเส้นทางที่ต่างช่องกัน	ระยะทาง (Meter)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย (Average) (Min)
			ไป, กลับ (Min)	ไป, กลับ (Min)	ไป, กลับ (Min)	
1	ไป	12.5	5.2	5.1	5.0	5.15
2	กลับ	12.5	5.8	5.9	6.0	5.91
3	ไป	12.5	5.7	6.0	5.9	5.85
4	กลับ	12.5	5.9	5.8	5.7	5.88
รวม 2 รอบ25			22.6	22.8	22.6	22.66

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2

ช่องทาง	ไป, กลับ ในเส้นทางที่ต่างช่องกัน	ระยะทาง (Meter)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย (Average) (Min)
			ไป, กลับ (Min)	ไป, กลับ (Min)	ไป, กลับ (Min)	
1	ไป	12.5	5.4	6.1	5.5	5.66
2	กลับ	12.5	5.9	5.9	6.0	5.93
3	ไป	12.5	6.1	6.0	5.9	6.00
4	กลับ	12.5	5.9	5.8	5.6	5.76
รวม 2 รอบ 25			23.3	23.8	23.0	23.36

DPU

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3

ช่องทาง	ไป, กลับ ในเส้นทางที่ต่างช่องกัน	ระยะทาง (Meter)	ครั้งที่ 1 ไป, กลับ (Min)	ครั้งที่ 2 ไป, กลับ (Min)	ครั้งที่ 3 ไป, กลับ (Min)	ค่าเฉลี่ย (Average) (Min)
1	ไป	12.5	5.6	6.1	5.5	5.73
2	กลับ	12.5	6.2	5.9	6.0	6.03
3	ไป	12.5	5.7	6.0	5.9	5.86
4	กลับ	12.5	5.6	5.5	6.0	5.70
รวม 2 รอบ25			23.1	23.5	23.4	23.33

จะเห็นได้ว่าผลการทดลองทั้งหมด 3 ตาราง มีความแตกต่างกันที่เรื่องของเวลาการปฏิบัติงานการดูดตะกอนไปและกลับของหุ่นยนต์ จะมีความใกล้เคียงกันอยู่บ้าง แต่อาจจะมีเวลาบางตารางที่เปลี่ยนแปลงไปนั้นขึ้นอยู่กับสภาพพื้นผิวการทำงานหรือสภาวะความสกปรกของตะกอน จนไปถึงการควบคุมหุ่นยนต์โดยใช้การความคิดและประสบการณ์ของแต่ละบุคลากรที่ควบคุมด้วยว่าจะต้องไปทำงานซ้ำๆ อีกกี่รอบ จึงจะสะอาดทั้งหมด

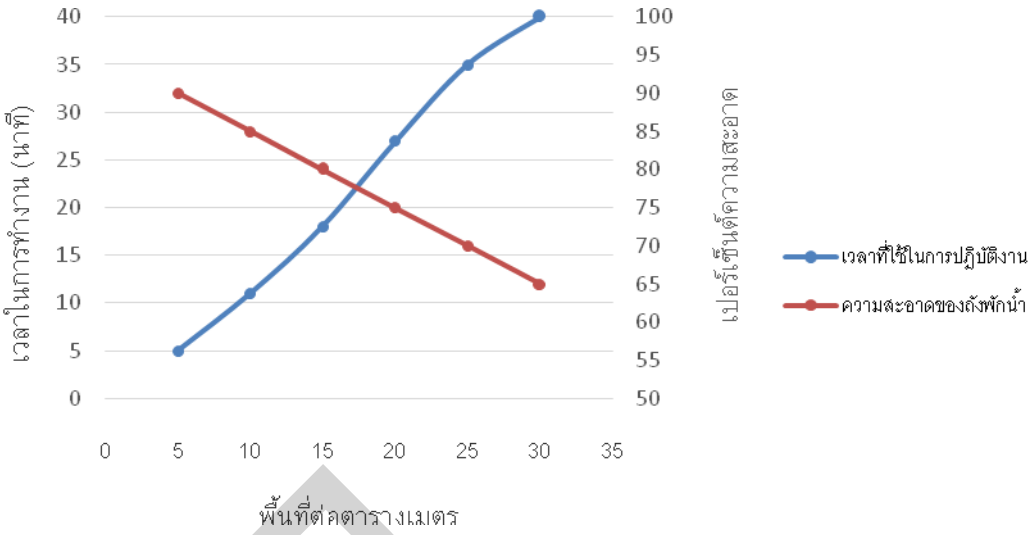
DPU

บทที่ 5
วิเคราะห์

โครงงานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสามารถปฏิบัติงานใต้น้ำได้อยู่ในเกณฑ์ดี โดยที่สามารถปฏิบัติงานใต้น้ำได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อผิดพลาดทางไฟฟ้า หรือในด้านต่างๆ เพียงแต่ว่าหลังจากการใช้งานแล้วมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการบำรุงรักษาในจุดต่างๆ เช่น ระบบหล่อลื่นลูกปืน เพื่อยืดอายุการใช้งานให้ดียิ่งขึ้นเป็นต้น โดยหุ่นยนต์สามารถปฏิบัติงานร่วมกับส่วนการทำงานต่างๆ เช่น ระบบถ่ายทอดสัญญาณภาพ ระบบสร้างแรงดูดตะกอน ชุดควบคุมและสั่งการ และส่วนผสานกราฟิกได้เป็นอย่างดี จากโครงงานวิจัยที่ได้ทำการสร้างขึ้นมานั้นสามารถนำมาเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกันโดยสามารถเปรียบเทียบได้เป็นประเด็นหลักๆ 3 ประเด็นคือ

ด้านวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และการออกแบบหุ่นยนต์ที่ใช้ในงานดูดสิ่งต่างๆใต้น้ำนั้น ที่ใช้โดยส่วนใหญ่จะถูกออกแบบมาจากวัสดุจำพวกอลูมิเนียม สแตนเลส และพลาสติกเพราะเนื่องจากสามารถทนต่อการเกิดสนิมได้เป็นอย่างดีโดยเน้นการออกแบบไปที่ระบบการทำงานอย่างง่าย ไม่ซับซ้อน เนื่องจากกลุ่มผู้ใช้หุ่นยนต์ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นผู้พักอาศัยตามบ้านเรือนที่บริเวณบ้านมีสระว่ายน้ำ โดยการออกแบบรูปทรงนั้นจะออกแบบให้ใช้งานกับพื้นที่ที่เป็นพื้นเรียบเท่านั้น และใช้ล้อยางตีนตะขาบในการเคลื่อนทีเพียงแต่ว่าไม่คำนึงถึงเรื่องการลื่นไถลเพราะหุ่นยนต์ประเภทนี้ไม่ต้องคำนึงถึงระยะการเดินทาง เนื่องจากการทำงานเป็นการเคลื่อนที่แบบอิสระต้องใช้คนบังคับ

ด้านการออกแบบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ดูดตะกอนนั้นได้ถูกออกแบบมาให้สามารถรองรับการทำงานในรูปแบบต่างๆในอนาคตได้และยังมีส่วนช่วยในการทำงานต่างๆ เพื่อให้การทำงานสะดวกและง่ายยิ่งขึ้นรวมทั้งมีความแม่นยำ และมีความเสถียรที่สูงขึ้นด้วย โดยที่อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆที่ใช้งานร่วมกันกับตัวหุ่นยนต์ดูดตะกอน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



ภาพที่ 5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์

ด้านการทำความสะอาด จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าถึงแม้จะใช้ความเร็วในการทำงานของหุ่นยนต์มากที่สุดก็ไม่ได้หมายถึงว่าการทำความสะอาดนั้นจะทำความสะอาดได้ดีที่สุด เพราะยิ่งใช้ความเร็วของหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่สูงเท่าไหร่ หมายความว่าอัตราการดูดของระบบดูดทำความสะอาดไม่ได้ดูดเร็วเพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่อาจจะทำให้เกิดความฟุ้งของตะกอนเพิ่มมากขึ้น ส่วนระบบดูดทำความสะอาดก็ยังทำงานตามความเร็วรอบเท่าเดิมซึ่งเป็นการทำให้การทำความสะอาดพื้นที่ได้ไม่หมด ดังนั้นขึ้นอยู่กับประสบการณ์ และความสามารถของผู้ปฏิบัติงานที่ควรเลือกระดับความเร็วให้เหมาะสมกับงาน เช่น หากทำงานในพื้นที่ที่มีตะกอนสะสมอยู่มากควรเลือกการทำงานที่ช้าลง เพื่อการทำความสะอาดที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับภาพที่ 5.1 แผนภูมิจะแสดงให้เห็นว่าความสะอาด (กราฟเส้นสีแดง) จะขึ้นอยู่กับขนาดของถังพักน้ำประปา เนื่องจากขนาดของถังพักที่ใหญ่ขึ้น อาจจะทำให้การทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึงน้อยลง แต่ถ้าถังพักน้ำประปาตามมาตรฐานทั่วไปจะอยู่ที่ 5 - 10 ตารางเมตร ตามที่ทดลองจะเห็นได้ว่าความสะอาดจะอยู่ในระดับ 80% - 90% ใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงในการปฏิบัติงาน (กราฟเส้นน้ำเงิน)

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

6.1 การบรรลุวัตถุประสงค์

6.1.1 สามารถออกแบบ โครงสร้างของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำโดยใช้โปรแกรม Solid Work เพื่อสร้างชิ้นส่วนต่างๆของตัวหุ่นยนต์และนำเข้ากระบวนการ CNC

6.1.2 สามารถออกแบบและสร้างวงจรทางไฟฟ้ากับอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ โดยสามารถติดตั้งบนกล่องที่มีพื้นที่จำกัด และสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี

6.1.3 สามารถออกแบบและติดตั้งส่วนของสร้างแรงดูดบนหุ่นยนต์ได้ โดยการใช้ปั๊มสูบน้ำใต้ท้องเรือมาเป็นตัวสร้างแรงดูดด้วย

6.1.4 สามารถออกแบบโมดูลการทำงานของหุ่นยนต์ โดยพัฒนาลงบน Microprocessors AVR ได้และพัฒนาโปรแกรมควบคุมสำหรับหุ่นยนต์ดูดตะกอนโดยใช้ภาษา C ได้

6.1.5 สามารพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิก (GUI) และติดต่อกับส่วนคุมคุมหุ่นยนต์ได้โดยใช้ภาษา C# และยังสามารถนำไปเป็นส่วนร่วมการใช้งานกับหุ่นยนต์ดูดตะกอนได้เป็นอย่างดี

6.1.6 สามารถออกแบบและพัฒนา ในส่วนของฐานข้อมูล เพื่อให้ใช้ร่วมกับส่วนต่อประสานกราฟิก (GUI) ได้

6.2 แนวทางการพัฒนา

6.2.1 สามารถพัฒนาในส่วนของอุปกรณ์เสริมต่างๆ ที่จะสามารถนำมาติดตั้งบนหุ่นยนต์เพื่อการทำงานในรูปแบบอื่นๆ

6.2.2 สามารถพัฒนาหุ่นยนต์ ให้สามารถทำงานนอกเหนือการการทำความสะอาดได้เช่นเป็นหุ่นยนต์สำรวจใต้น้ำ

6.2.3 สามารถนำความรู้เกี่ยวกับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆขณะอยู่ใต้น้ำไปใช้กับงานอื่นๆ

6.2.4 พัฒนาระบบให้ใช้งานร่วมกับระบบการทำงานอื่นๆได้เช่นระบบระบุพิกัดใต้น้ำ

6.3 สรุป

โครงงานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำนั้นสามารถปฏิบัติงานใต้น้ำได้อยู่ในเกณฑ์ดี โดยที่สามารถปฏิบัติงานใต้น้ำได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อผิดพลาดทางไฟฟ้าหรือในด้านต่างๆเพียงแต่ว่าหลังจากการใช้งานแล้วมีความจำเป็นอย่างนี้ที่จะต้องทำการบำรุงรักษาในจุดต่างๆเช่นระบบหล่อลื่นลูกปืนเพื่อยืดอายุการใช้งานให้ดียิ่งขึ้น โดยที่หุ่นยนต์นั้นสามารถปฏิบัติงานร่วมกับส่วนของการทำงานต่างๆเช่น ระบบถ่ายทอดสัญญาณภาพ ระบบสร้างแรงดูดตะกอน ชุดควบคุมและสั่งการ และส่วนผสานกราฟิกได้เป็นอย่างดี แต่ก็มีอุปสรรค์ในการทดสอบการทำงานเช่นในกรณีของ สิ่งที่จะนำมาดูดทดสอบ โดยปกติหุ่นยนต์จะถูกออกแบบมาให้ดูดจำพวกตะกอนต่างซึ่งจะมีความอ่อนนุ่มอยู่แล้ว แต่ในการทดสอบเรากลับต้องใช้ทรายเนื่องจากหากต้องรอให้ตะกอนมีการตกตะกอนนั้นจะใช้เวลานานและหากทำการทดสอบนั้น เมื่อต้องการทำการทดสอบใหม่ก็จะต้องรอเวลาให้ตะกอนตกตะกอนอีกด้วย ซึ่งโดยรวมแล้วแม้ว่าหุ่นยนต์ตะสามารถปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดีแต่ก็ยังจะต้องมีการพัฒนาในส่วนอื่นๆให้ดียิ่งขึ้นไปอีก

โดยภาพรวมแล้วสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากบุคลากรได้เป็นอย่างดี เนื่องจากบุคลากรไม่ต้องปฏิบัติงานในพื้นที่เสี่ยง อีกทั้งยังสามารถลดเวลาปฏิบัติงานของบุคลากรจากเดิมใช้เวลา 4-6 ชั่วโมง แต่เมื่อนำหุ่นยนต์ดูดตะกอนเข้ามาใช้สามารถปฏิบัติงานได้ภายในเวลา 1-2 ชั่วโมง ซึ่งลดเวลาปฏิบัติงานได้ประมาณ 2 เท่าสำหรับถังพักน้ำประปามาตรฐาน 5 -10 ตางรางเมตร ความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนอยู่ที่ 0.5 - 1 เมตรต่อวินาที ความสะอาดอยู่ที่ระดับ 80% - 90% เมื่อเปรียบเทียบกับหุ่นยนต์จากต่างประเทศแล้ว หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำที่ผู้จัดทำได้สร้างขึ้นนี้ สามารถใช้ต้นทุนในการผลิตที่ถูกกว่าการนำเข้าหุ่นยนต์จากต่างประเทศมาใช้หลายเท่า เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานจากต่างประเทศก็จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานไม่แตกต่างกัน จึงทำให้โครงงานวิจัยหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำนี้ ได้นำไปใช้ปฏิบัติงานจริงตามอาคารบ้านเรือนของผู้บริโภคน้ำประปา

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

การประปานครหลวง. (2554). *ฟังหมอพูดเรื่องน้ำประปาดื่มได้.* สืบค้นเมื่อ 10 ตุลาคม 2554, จาก http://www.mwa.co.th/2010/ewt/mwa_internet/ewt_news.php?nid=4321&filename=

การทำความสะอาดถังเก็บน้ำใต้ดิน. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://reg6.pwa.co.th/activity/20110323-2

ซีลกันน้ำมัน. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://www.cadcamcaecenter.com/index.php/2011-11-07-07-16-51/106--oil-seal.html

ตะกอน. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม2554, จาก http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%95%E0%B8%B0%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%99

ถวิดา มณีวรรณ์. (2554). *หุ่นยนต์ทำความสะอาดท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ.* สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://fibo.kmutt.ac.th/fiboweb07/thai/index.php?option=com_content&task=view&id=296

สแตนเลส. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://www.se-stainless.com/index.php?mo=3&art=78349

หลอดฮาโลเจน. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://www.mrbackpacker.com/gear/gear_38.html

ระบบสัญญาณไร้สาย. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://www.bcoms.net/network/intro.asp

รอก. (2554). สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2554, จาก http://www.tlcthai.com/webboard/view_topic.php?table_id=1&cate_id=125&post_id=101348&title=(%BF%D4%CA%D4%A1%CA%EC)%A1%D2%C3%E0%A4%C5%D7%E8%CD%B9%B7%D5%E8%A2%CD%A7%C3%CD%A1,

อลูมิเนียม. (2554). สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2554, จาก http://www.aluminiumlearning.com/html/index_introduction.html

DPU

ภาษาต่างประเทศ

ChanopSilpa-Anan.SamerAbdallah and David Wettergreen. (2000). *Devel-opment of autonomous underwater vehicle towards visual servo con-trol*. Australasian Conference on Robotics and Automation (pp105–110). Melbourne.

ETT. (2012*). ET-BASE AVR ATmega64/128*. Retrieved May 18, 2012, from http://www.ett.co.th/product/03A21.html

Frederik L. Schodt. (1988). *Inside the Robot Kingdom*. Mechatronicsand the Coming Robotopia. Kodansha International.Japan: Tokyo.

iRobotVerro. (2012). *Pool Cleaning Robot. iRobot*. Retrieved October 8, 2012, from http://store.irobot.com/category/index.jsp?categoryId=3334466&cp=2804605&ab=CMS_IRBT_Storefront_011510_poolcleaning

Mint Robot. (2012). *Evolution Robotics, Inc*. Retrieved October 9, 2012, from http://mintcleaner.com

ROV. (2012). *SubDimension-Engineering*. Retrieved October 8, 2012, from http://www.subdimension-engineering.com/ROV's.html

Spinkler Thailand. (2554). *pumps*. Retrieved October 8, 2012, from http://www.sprinklerthailand.com/pumps.php

Windoro. (2012). *CleanMate Robots*. Retrieved October 9, 2012, from http://www.windoro.net

Weda. (2012). *WEDA YT800*. Retrieved October 8, 2012, from http://www.weda.se/water-and-services/yt800

Weda. (2012). *WEDA VR600*. Retrieved October 8, 2012, from http://www.weda.se/water-and-services/vr600

DPU

ภาคผนวก

DPU

คู่มือการใช้งาน
หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักน้ำประปาขนาดใหญ่
(User's manual)

DPU

สารบัญ

บทที่ **หน้า**

1. ข้อมูลพื้นฐานการใช้งานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ..... 89
2. การติดตั้งและการใช้งานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำเบื้องต้น..... 90
   - 2.1 การติดตั้งและการใช้งานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ..... 90
   - 2.2 การติดตั้งและการใช้งานของระบบรอกไฟฟ้า..... 91
   - 2.3 การติดตั้งท่อดูดตะกอน..... 93
   - 2.4 การติดตั้งและการใช้งานของระบบควบคุมหุ่นยนต์..... 94
   - 2.5 การตั้งค่าและการใช้งานโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์..... 95
     - 2.5.1 เข้าสู่ระบบ..... 95
     - 2.5.2 เมนูการใช้งานของระบบ..... 96
     - 2.5.3 การเปิด-ปิด ระบบควบคุม..... 97
     - 2.5.4 การเปิดระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ..... 97
     - 2.5.5 การเปิด-ปิดระบบดูดตะกอน..... 97
     - 2.5.6การเปิด-ปิดระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน..... 98
     - 2.5.7ปุ่มที่ใช้ในการเปิด-ปิด ระบบจอยสติ๊ก..... 98
     - 2.5.8 การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์..... 98
     - 2.5.9การเปิด-ปิดการรับสัญญาณภาพใต้น้ำ..... 101
     - 2.5.10หน้าจอแสดงการทำงานที่ได้จากการถ่ายทอดสัญญาณภาพ..... 101
     - 2.5.11 การตั้งค่ากล้อง..... 102
     - 2.5.12 การถ่ายภาพ..... 102
     - 2.5.13การบันทึกวิดิโอ..... 103
     - 2.5.14ปิดโปรแกรม(EXIT)..... 103
3. ส่วนประกอบของระบบของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ..... 104
   - 3.1 ส่วนประกอบทั้งหมดของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ..... 104
   - 3.2 ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ..... 105
   - 3.3 ส่วนประกอบอุปกรณ์ควบคุม..... 106
     - 3.3.1 ส่วนประกอบอุปกรณ์ควบคุมหุ่นยนต์ภายนอกกล่องควบคุม.. 107
   - 3.4 ส่วนประกอบระบบช่วยเหลือหุ่นยนต์ดูดตะกอนขึ้น-ลง..... 108

DPU

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

3.5 ส่วนประกอบท่อดูดตะกอน..... 109
4. การใช้งานระบบฐานข้อมูล..... 110
4.1 เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล..... 110
4.2 การเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้งาน..... 111
5. การดูแลรักษา..... 113

DPU

บทที่ 1
ข้อมูลพื้นฐานการใช้งานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

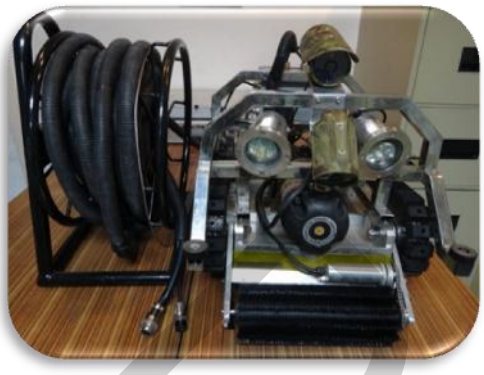
คู่มือนี้จัดทำเพื่อใช้ในการทำความเข้าใจในการใช้งานส่วนต่างๆของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ โดยที่จะแสดงถึงส่วนต่างๆที่สำคัญของตัวหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ อุปกรณ์ ขีดความสามารถ ข้อควรระวัง วิธีการใช้งาน และ การดูแลรักษา เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานหุ่นยนต์ได้เต็มประสิทธิภาพและเข้าใจความสามารถของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ ได้อย่างถูกวิธี ขั้นตอนการใช้งานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำเบื้องต้นดังนี้

1. ตรวจเช็คสภาพหุ่นยนต์ สายไฟต่างๆให้พร้อมใช้งาน
2. ตรวจสอบพื้นที่ปฏิบัติงานมีลักษณะเป็นแบบไหน
3. ติดตั้งระบบรอกไฟฟ้าให้เหมาะสมกับสถานที่ปฏิบัติงาน
4. คายสายไฟออกจากโรลเก็บสายไฟทั้งหมด
5. ติดตั้งท่อดูดตะกอนและเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ดูดตะกอน
6. นำสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ และสายสัญญาณภาพ เชื่อมต่อกับกล่องควบคุมหุ่นยนต์
7. ต่อ USB เข้ากับคอมพิวเตอร์
8. เปิดระบบควบคุมหุ่นยนต์ทั้งหมด
9. เปิดโปรแกรมคอนโทรลขึ้นมา
10. เชื่อมต่อกับระบบต่างๆของหุ่นยนต์ แล้วทดสอบการทำงาน
11. นำสายรอกไฟฟ้าล็อคกับสลิงทางด้านหลังของหุ่นยนต์
12. ทำการส่งหุ่นยนต์ลงไปปฏิบัติงานในถังพักน้ำใต้ดิน
13. เมื่อปฏิบัติงานดูดตะกอนเสร็จ ปิดสวิตซ์กล่องควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ทั้งหมด
14. จากนั้นใช้ระบบลอกดึงหุ่นยนต์ขึ้นมาบนบก
15. ถอดสายหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำออกจากกล่องควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์
16. ตรวจสอบระบบทุกอย่างว่ามีส่วนไหนชำรุด
17. ตรวจสอบระบบโซ่ว่ามีอะไรเข้าไปติดขัดหลังการใช้งานหรือไม่
18. ทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดทุกครั้งหลังการใช้งาน

DPU

บทที่ 2
การติดตั้งและการใช้งานหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

2.1 การติดตั้งและการใช้งานของตัวหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ



1. นำสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ออกจากโรลม้วนเก็บสายไฟทั้งหมด

2.เตรียมสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ (12 Pin) และสายสัญญาณภาพ (6 Pin)

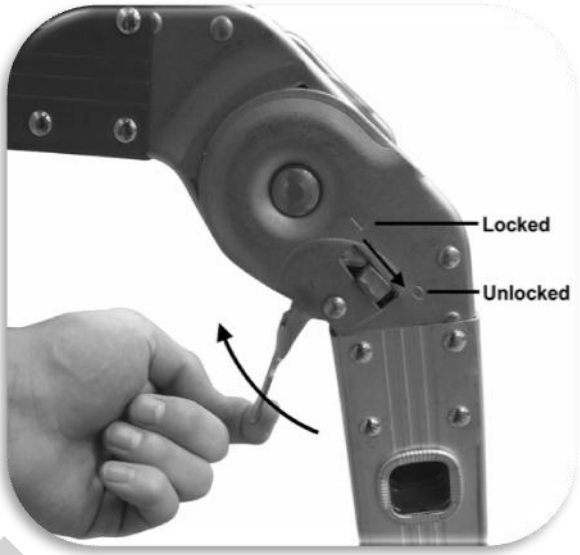
3.เชื่อมต่อสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ (12 Pin) ไว้ทางด้านหลังกล่องควบคุม

4.ทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณภาพ (6 Pin) ไว้ทางด้านหลังกล่องควบคุมเช่นกันเป็นอันเสร็จสมบูรณ์

หมายเหตุ. ในการเชื่อมต่อสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ และสายสัญญาณภาพ ต้องเชื่อมต่อให้แน่นสนิทแล้วทำการหมุนให้แน่นเสมอ

2.2 การติดตั้งและการใช้งานระบบรอกไฟฟ้า

อุปกรณ์ในการติดตั้งและการใช้งานระบบรอกไฟฟ้า



ระบบการปลดล็อคขาพับบันได

วิธีการใช้งานระบบรอกไฟฟ้า

1. การปลดล็อคขาพับบันไดให้โยกไปที่ตำแหน่ง “0” เพื่อปลดล็อค (จากภาพ) แล้วพับส่วนขาบันไดออกจากกัน
2. บันไดจะกางออกหนึ่งตำแหน่งหลังจากมีการปลดล็อค และขาพับจะทำการล็อคโดยอัตโนมัติโดยทันที
3. รูปแบบของบันไดที่พร้อมการใช้งานจะมีลักษณะดังรูป
4. ขาพับแต่ละคู่จะต้องถูกล็อคไปพร้อมๆกัน
5. เมื่อทำการกางบันไดเรียบร้อยแล้ว นำรอกไฟฟ้าติดตั้งไว้กึ่งกลางของบันได
6. นำตะขอเกี่ยวที่ติดอยู่กับรอกไฟฟ้ามาเกี่ยวกับสลิงทางด้านหลังของหุ่นยนต์
7. นำสายไฟของรอกไฟฟ้าเชื่อมต่อบริเวณด้านหลังของกล่องควบคุมหุ่นยนต์

DPU

รูปแบบของบันไดก่อนทำการติดตั้งระบบรอกไฟฟ้า

รูปแบบของบันไดหลังทำการติดตั้งชุดรอกไฟฟ้าไว้บริเวณกึ่งกลางของบันไดเรียบร้อยแล้ว

นำตะขอเกี่ยวที่ติดอยู่กับรอกไฟฟ้ามาเกี่ยวกับสลิงทางด้านหลังของหุ่นยนต์

นำสายไฟ (6 pin) ของชุดรอกไฟฟ้ามาเชื่อมต่อบริเวณด้านหลังของกล่องควบคุมหุ่นยนต์

คำแนะนำ

- ตรวจสอบความมั่นคงของบันได โดยมั่นใจว่าจะอยู่ในระดับพื้นดินที่แข็งแรงหรือไม่
- ตรวจสอบขาพับทั้งหมดอยู่ในตำแหน่ง “ล็อค” ทุกตัวหรือไม่ก่อนปฏิบัติงาน
- ห้ามปรับเปลี่ยนตำแหน่งของขาพับบันได ในขณะที่บันไดยังใช้งานอยู่
- ควรดูแลรักษาบันไดทุกครั้งหลังปฏิบัติงาน
- ควรทำความสะอาดข้อต่อสม่ำเสมอ และข้อต่อต้องปราศจากวัสดุสิ่งแปลกปลอมในระหว่างการปฏิบัติงาน

2.3 การติดตั้งท่อดูดตะกอน

ขั้นตอนการติดตั้งท่อดูดตะกอน

1.นำสายทุ่นลอยน้ำด้านหนึ่งเชื่อมต่อกับสายของท่อดูดตะกอน

2.นำสายทุ่นลอยน้ำอีกด้านหนึ่งเชื่อมต่อกับสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์

3.เมื่อต่อทุ่นเข้ากับสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์และสายของท่อดูดตะกอนจะได้ดังภาพ

4.นำปลายสายของท่อดูดตะกอนมาเชื่อมต่อกับปั๊มน้ำบริเวณด้านบนของหุ่นยนต์ดูดตะกอน

2.4 การติดตั้งและการใช้งานของระบบควบคุม

ขั้นตอนการใช้งานของระบบควบคุมหุ่นยนต์

1. เสียบปลั๊กไฟ 220 V ทางด้านหลังของกล่องควบคุมหุ่นยนต์

2. เชื่อมต่อสาย USB ทั้ง 2 เส้นเข้ากับ Computer Notebook

หมายเหตุ : การเปิดสวิตซ์การทำงานของหุ่นยนต์จะมีไฟสีฟ้าแสดงผลขึ้นมา เมื่อทำการเปิดสวิตซ์การทำงานของหุ่นยนต์แล้วอุปกรณ์ยังไม่ทำงานให้ตรวจสอบสวิตซ์ EMERGENCY ค้างอยู่หรือไม่ หรือตรวจสอบการเชื่อมต่อสายไฟและสายสัญญาณใหม่อีกครั้ง

1 2 3 4

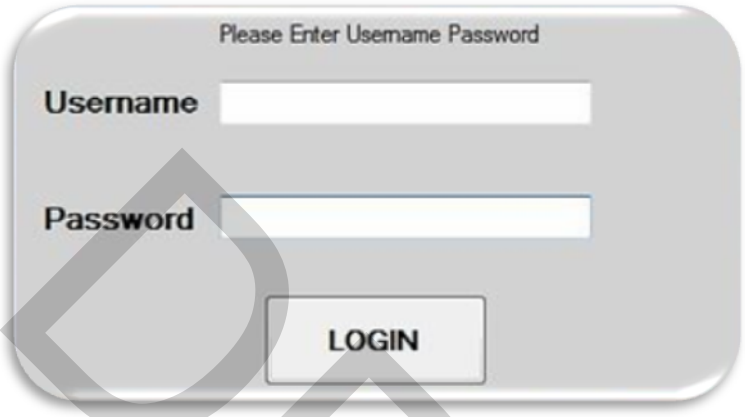
3. เปิดสวิตซ์ทั้งหมดเริ่มจาก ซ้ายไปขวา

- สวิตซ์ตัวที่ 1 เปิด-ปิด การทำงานควบคุมทั้งระบบ
- สวิตซ์ตัวที่ 2 เปิด-ปิด ระบบดูดตะกอน
- สวิตซ์ตัวที่ 3 เปิด-ปิด ระบบไฟส่องสว่าง
- สวิตซ์ตัวที่ 4 เปิด-ปิด ระบบรอกไฟฟ้า

2.5 การตั้งค่าโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

2.5.1เข้าสู่ระบบ

หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ บุคลากรหรือผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่จะมาควบคุมหุ่นยนต์ จะต้องมี User Name และ Password ในการเข้าสู่ระบบนั้นจะต้องผ่าน Login ก่อนเสมอ ระบบจะไม่อนุญาตบุคคลทั่วไปใช้งานได้การเข้าระบบสามารถเข้าได้โดยผ่านหน้าจอดังรูป



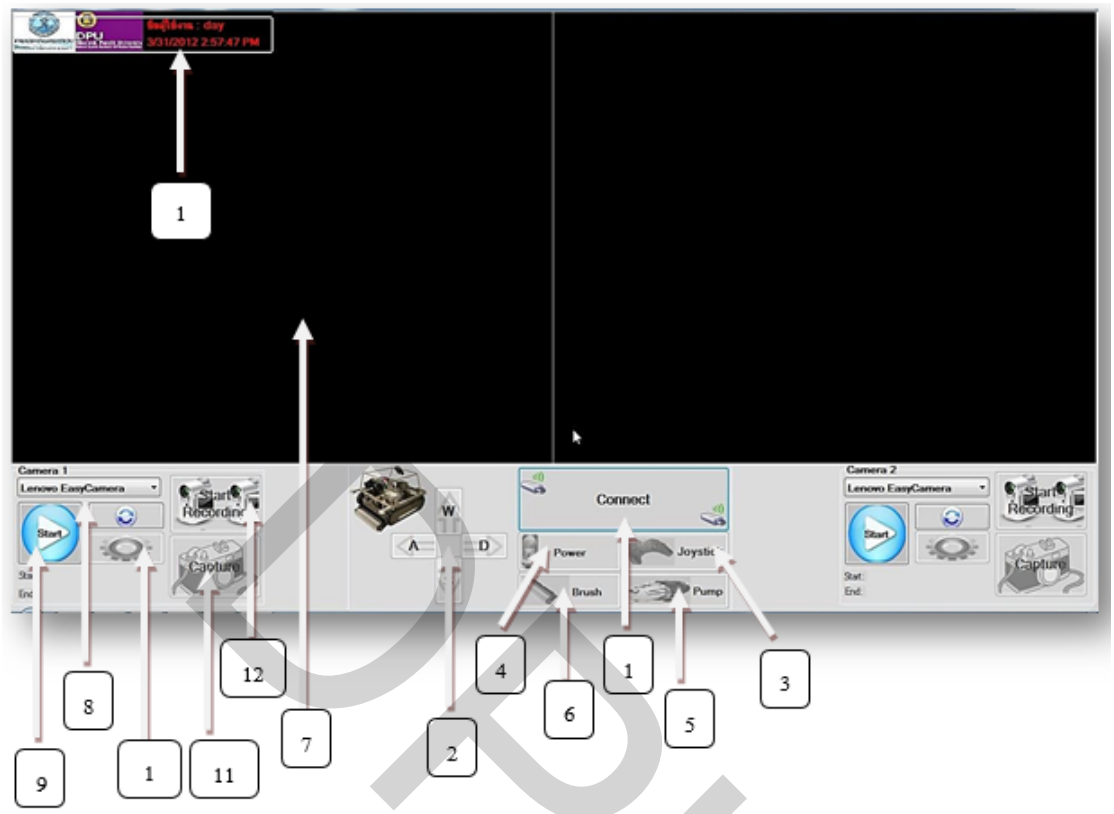
เมื่อเข้าสู่หน้าจอการเข้าระบบให้กรอกข้อมูล ดังต่อไปนี้

User Name คือรหัสผู้ใช้งานซึ่งจะเป็นชื่อของบุคลากรนั้นๆ ซึ่งจะง่ายต่อการตรวจสอบในแต่ละครั้งที่ปฏิบัติงาน

Password คือรหัสลับเพื่อเข้าสู่ระบบในการควบคุมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

DPU

2.5.2 เมนูการใช้งานของระบบ



รายละเอียดการทำงานของเมนูการใช้งานของระบบควบคุมหุ่นยนต์

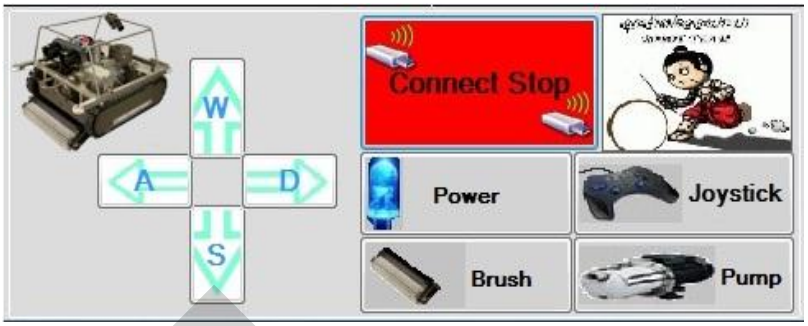
1. ปุ่ม Connect ใช้ในการเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ
2. ปุ่มสั่งการในการควบคุมทิศทางเคลื่อนของหุ่นยนต์และแสดงสถานะของหุ่นยนต์
3. ปุ่มที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Joystick
4. ปุ่มที่ใช้ในการเปิด-ปิด ระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ
5. ปุ่มที่ใช้ในการเปิด-ปิด ระบบดูดตะกอน
6. ปุ่มที่ใช้ในการเปิด-ปิด ระบบแปลงทำความสะอาด
7. หน้าจอที่ใช้ในการดูภาพที่มาจากส่วนถ่ายทอดสัญญาณภาพ
8. ส่วนแสดงชื่ออุปกรณ์ที่เชื่อมต่อขณะถ่ายทอดสัญญาณภาพ
9. ปุ่มสั่งการใช้ในการเปิด-ปิดการรับสัญญาณภาพ
10. ปุ่มที่ใช้ในการตั้งค่ากล้อง
11. ปุ่มที่ใช้ในการถ่ายภาพ
12. ปุ่มที่ใช้ในการบันทึกภาพเคลื่อนไหว
13. บอกสถานะของเวลาในการบันทึกวิดีโอเริ่มต้น-สิ้นสุด

DPU

2.5.3การเปิด-ปิด ระบบควบคุม

ในการเปิด-ปิดระบบควบคุมหุ่นยนต์ เมื่อทำการกดปุ่ม Connect

ระบบควบคุมหุ่นยนต์จะเริ่มการใช้งาน โดยจะแสดงการใช้งานระบบต่างๆตามภาพที่ 1

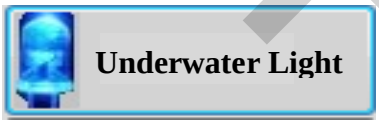


ภาพที่ 1.

2.5.4การเปิดระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ

ในการเปิด-ปิดระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ เมื่อทำการกดปุ่ม Underwater Light

ระบบไฟส่องสว่างใต้น้ำ จะเริ่มการทำงาน โดยจะแสดงสถานะเป็นสีแดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1.

ภาพที่ 2.

2.5.5การเปิด-ปิดระบบดูดตะกอน

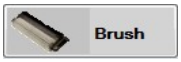
ในการเปิด-ปิดระบบการเปิด-ปิดระบบดูดตะกอน เมื่อทำการกดปุ่ม Pump

ระบบดูดตะกอน จะเริ่มการทำงาน โดยจะแสดงสถานะเป็นสีแดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 1.

ภาพที่ 2.

2.5.6การเปิด-ปิดระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน

ในการเปิด-ปิดระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน เมื่อทำการกดปุ่ม Brush 

ระบบแปรงทำความสะอาดตะกอน จะเริ่มการทำงานโดยจะแสดงสถานะเป็นสีแดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 1.

ภาพที่ 2.

2.5.7ปุ่มที่ใช้ในการเปิด-ปิด ระบบจอยสติ๊ก

ในการเปิด-ปิดระบบจอยสติ๊กเมื่อทำการกดปุ่ม Joystick

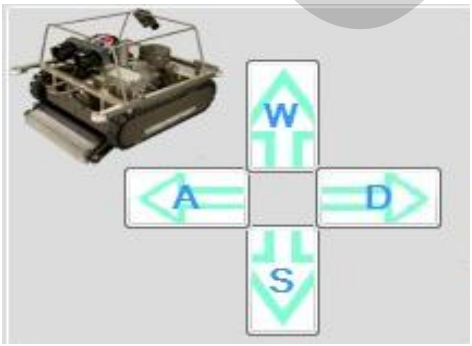
ระบบจอยสติ๊กจะเริ่มการทำงานโดยจะแสดงสถานะเป็นสีแดงดังภาพที่ 2

ภาพที่ 1.

ภาพที่ 2.

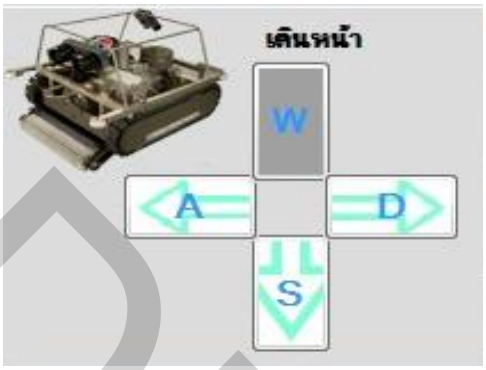
2.5.8 การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะมีลักษณะการควบคุมได้ 4 ทิศทาง โดยจะมีลูกศรแสดงทั้ง 4 ทิศทางและแสดงอักษรปุ่มกดที่ใช้ในการควบควมหุ่นยนต์



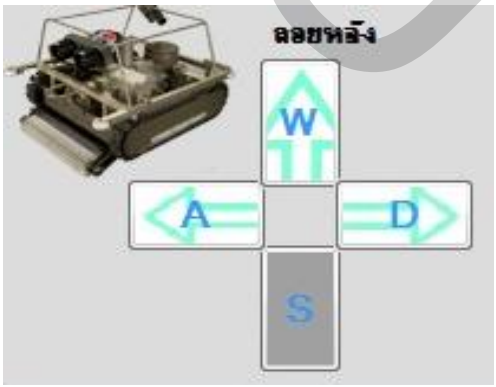
2.5.8.1 การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปด้านหน้า

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปทางด้านหน้าโดยควบคุมผ่านจอยสติ๊กหรือกดปุ่ม **(W)**ที่คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ จะแสดงสถานะคำว่า “เดินหน้า” พร้อมทั้งปุ่มจะเปลี่ยนสถานะเป็นสีเทาแต่เมื่อมีการยกเลิกการควบคุม สถานะคำว่า “เดินหน้า” จะหายไปและลูกศรจะถูกเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นสถานะเริ่มต้นดังเดิม



2.5.8.2 การควบคุมการเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

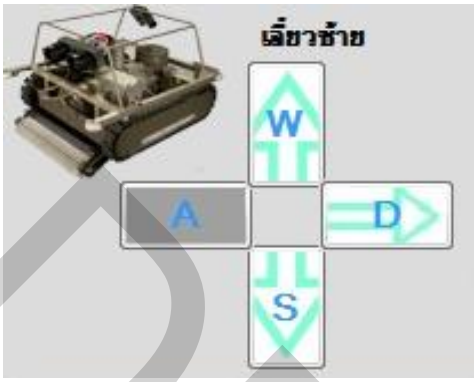
การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปทางด้านหลังโดยควบคุมผ่านจอยสติ๊กหรือกดปุ่ม **(S)**ที่คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ จะแสดงสถานะคำว่า “ด้านหลัง” พร้อมทั้งปุ่มจะเปลี่ยนสถานะเป็นสีเทาแต่เมื่อมีการยกเลิกการควบคุม สถานะคำว่า “ด้านหลัง” จะหายไปและลูกศรจะถูกเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นสถานะเริ่มต้นดังเดิม



DPU

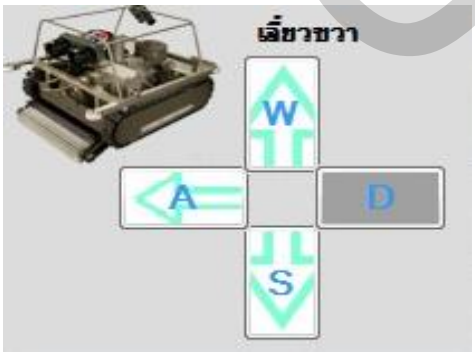
2.5.8.3 การควบคุมการเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปทางด้านซ้ายโดยควบคุมผ่านจอยสติ๊กหรือกดปุ่ม **(A)**ที่คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ จะแสดงสถานะคำว่า “เลี้ยวซ้าย” พร้อมทั้งปุ่มจะเปลี่ยนสถานะเป็นสีเทาแต่เมื่อมีการยกเลิกการควบคุม สถานะคำว่า “เลี้ยวซ้าย” จะหายไปและลูกศรจะถูกเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นสถานะเริ่มต้นดังเดิม



2.5.8.4 การควบคุมการเคลื่อนที่ไปทางขวา

การควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไปทางด้านขวาโดยควบคุมผ่านจอยสติ๊กหรือกดปุ่ม **(D)**ที่คีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ จะแสดงสถานะคำว่า “เลี้ยวขวา” พร้อมทั้งปุ่มจะเปลี่ยนสถานะเป็นสีเทาแต่เมื่อมีการยกเลิกการควบคุม สถานะคำว่า “เลี้ยวขวา” จะหายไปและลูกศรจะถูกเปลี่ยนสถานะกลับมาเป็นสถานะเริ่มต้นดังเดิม



2.5.9การเปิด-ปิดการรับสัญญาณภาพใต้น้ำ

ในส่วนของปุ่มสั่งการใช้ในการเปิด-ปิดการรับสัญญาณภาพนั้นจะเป็นปุ่มที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของสัญญาณภาพที่ได้มาจากกล้องใต้น้ำที่ติดตั้งในตัวหุ่นยนต์ทั้งหมดจำนวน 2 ตัว โดยการกดปุ่ม

เพื่อเริ่มการทำงานของกล้องใต้น้ำทั้ง 2 ตัว เมื่อต้องการปิดการรับสัญญาณภาพโดยกดปุ่ม

เพื่อยกเลิกการใช้งานของกล้องใต้น้ำ

กล้องตัวที่ 1.

กล้องตัวที่ 2.

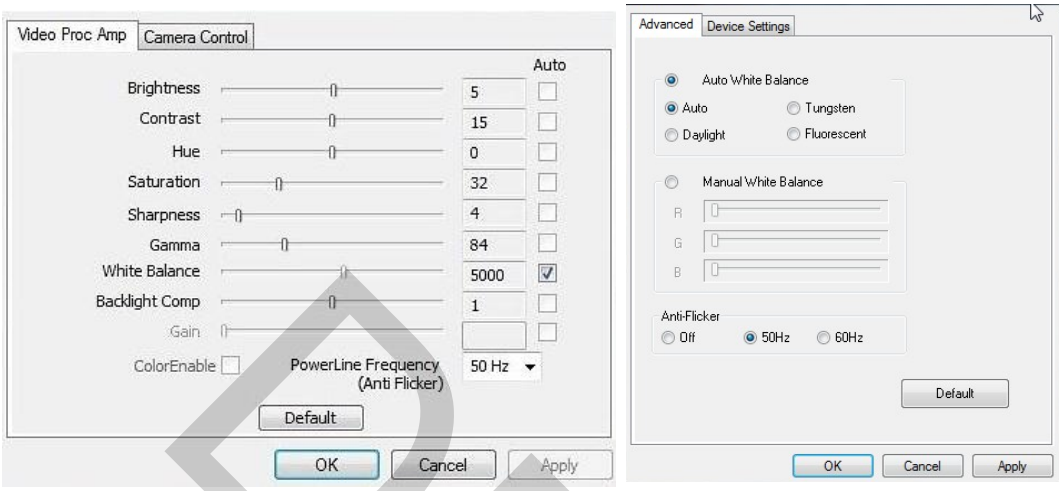
2.5.10 หน้าจอแสดงการทำงานที่ได้จากการถ่ายทอดสัญญาณภาพ

ส่วนของหน้าจอที่แสดงการทำงานที่ได้จากการถ่ายทอดสัญญาณภาพ จะรับภาพมาจากกล้องใต้น้ำและนำสัญญาณภาพที่ได้เหล่านั้นมาแสดงบนหน้าจอแสดงผล

หน้าจอแสดงที่ได้มาจากกล้องใต้น้ำตัวที่ 1.

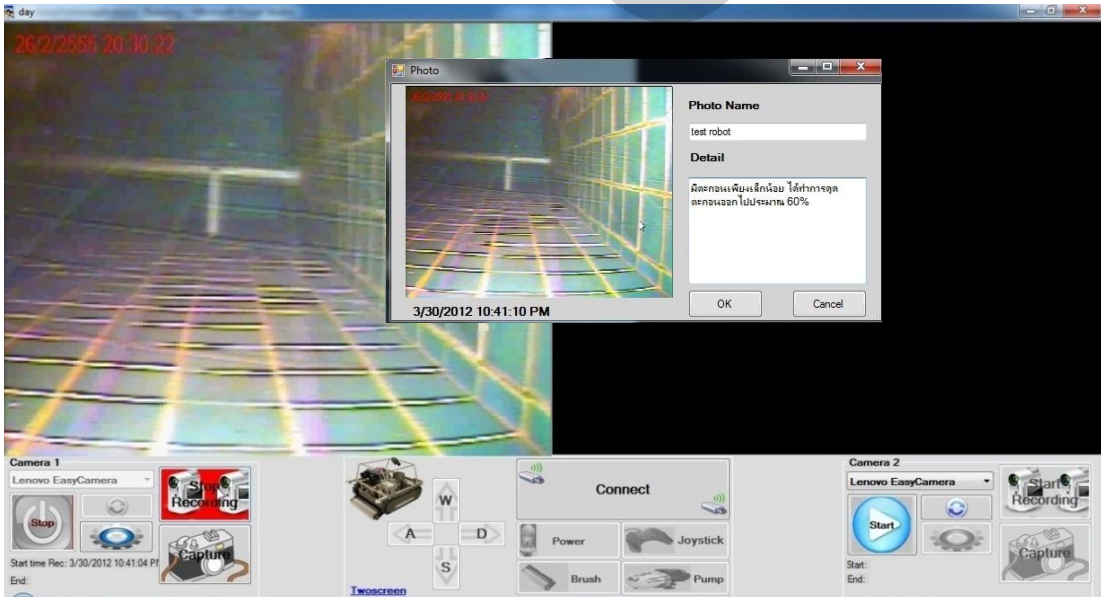
2.5.11การตั้งค่ากล้อง

การตั้งค่ากล้องกด ปุ่ม โดยจะมีการเลือกปรับค่าแสงสว่าง การปรับค่าสี การปรับความคมชัดต่างๆ โดยปรับให้เหมาะสมกับการทำงานในสภาพการทำงานต่างๆ



2.5.12 การถ่ายภาพ

การถ่ายภาพโดยกดปุ่ม Capture จะมี popup ขึ้นมาเพื่อให้ตั้งชื่อรูปและรายละเอียดของรูปภาพ ในการบันทึกไฟล์จะเป็นนามสกุล .jpg โดยจะสร้างโฟลเดอร์ใหม่ตามชื่อผู้ใช้ที่ Login เข้าระบบช่องที่ใส่ชื่อรูปจะระบุถึงชื่อไฟล์ name.jpg โดยการจะทำการบันทึกไฟล์ไว้ที่ไดร์ C:\NewFolder\Picture\XXX(ชื่อผู้ใช้) ขนาดของภาพที่บันทึกจะมีขนาด 640 x 480 Pixel

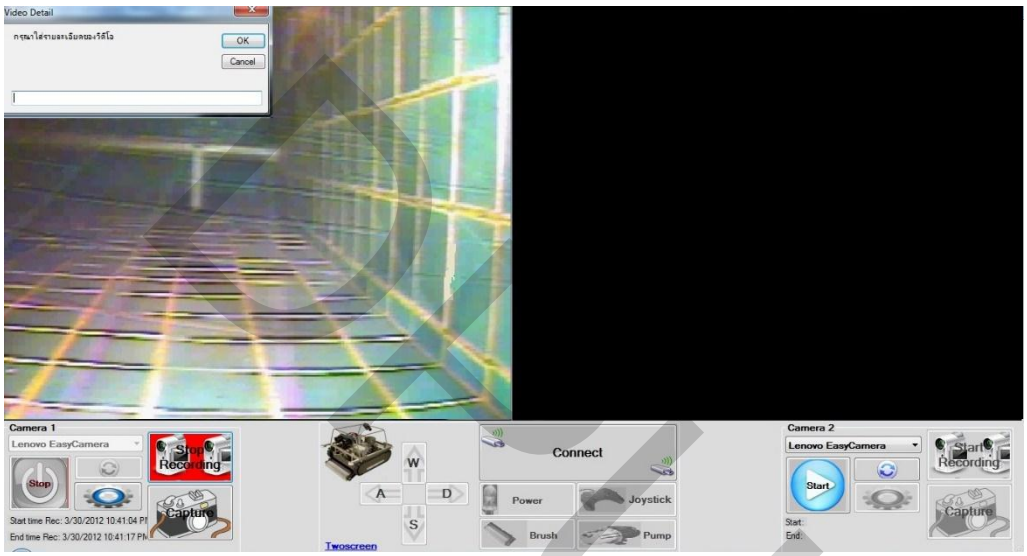


2.5.13การบันทึกวิดิโอ

การบันทึกวิดีโอ โดยการกดปุ่ม (Start Record)

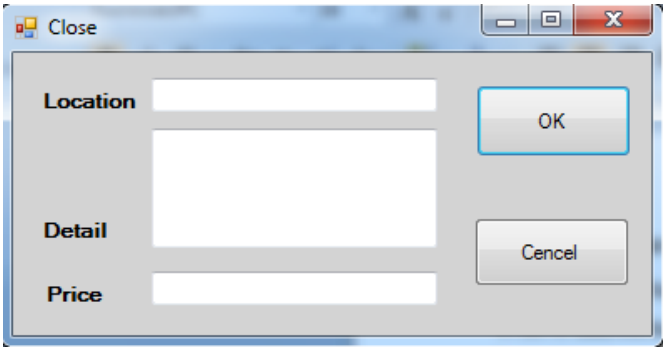
สถานะของปุ่มจะเปลี่ยนเป็นสีแดง จากนั้นจะทำการบันทึกภาพวิดีโอ หากเราทำการบันทึกวิดีโอเสร็จแล้วให้ทำการกดปุ่ม StopRec

เปลี่ยนสถานะเป็นการตั้งค่าเริ่มต้นตามเดิม (สีเทา) ในขณะนั้นจะมี MessageBox โชว์ขึ้นมาเพื่อใส่รายละเอียดของวิดีโอ เมื่อทำการทดลองบันทึกวิดีโอ (Start Record) เสร็จแล้ว จากนั้นโปรแกรมจะทำการบันทึกไฟล์ไว้ที่ไดร์ C:\NewFolder\Video\????.AVI (ชื่อผู้ใช้) แล้วระบบจะสร้างโฟลเดอร์ใหม่ตามชื่อผู้ใช้ที่ Login เข้ามา อัปเดทเวลา /วัน /เดือน/ปี ล่าสุด



2.5.14ปิดโปรแกรม(EXIT)

ปุ่มปิดโปรแกรมใช้สำหรับปิดโปรแกรมเมื่อไม่ต้องการใช้งานโปรแกรมแล้ว โดยที่เมื่อกดปุ่มปิดการทำงานของโปรแกรมก็จะมีหน้าต่างให้ใส่รายละเอียดของสถานที่ที่ปฏิบัติงาน รายละเอียดผู้ใช้งานและค่าใช้จ่าย จากนั้นก็จะจบการทำงานทั้งหมดในทันที



บทที่ 3
ส่วนประกอบต่างๆในระบบของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

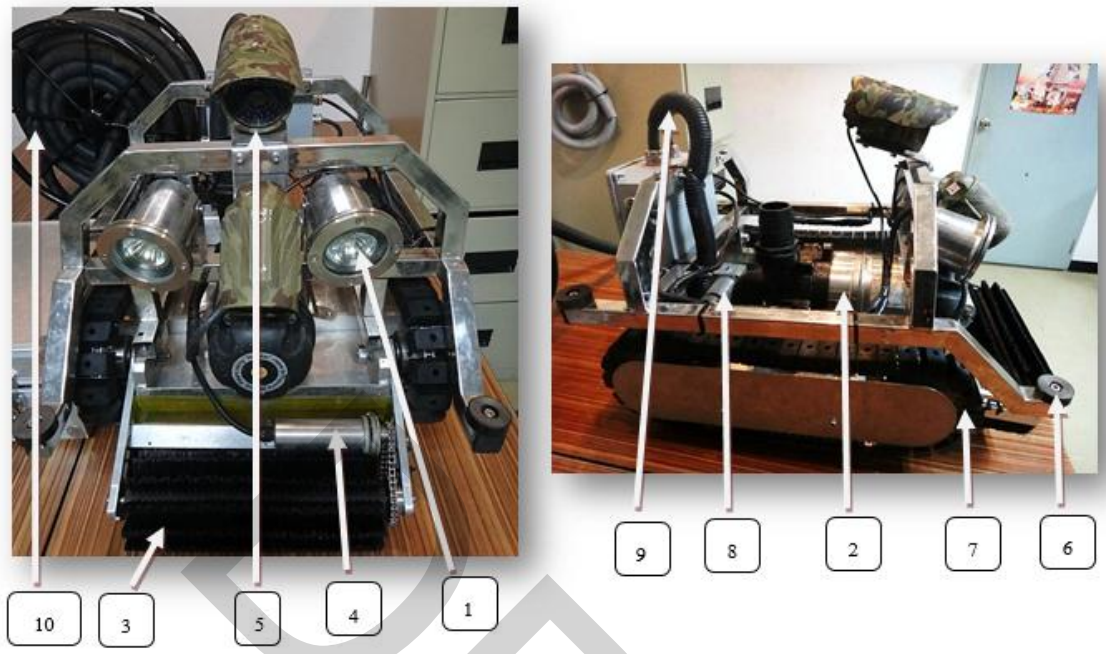
3.1 ส่วนประกอบทั้งหมดของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

ส่วนประกอบต่างๆในระบบของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำมีดังนี้

-หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

- ระบบควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ
- ระบบช่วยเหลือหุ่นยนต์ดูดตะกอนขึ้น-ลง
- ท่อดูดตะกอน

3.2 ส่วนประกอบอุปกรณ์ของหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ



หมายเลข 1.ไฟส่องสว่างหลอดฮาโลเจน 50 w

หมายเลข 2. ปั๊มดูดตะกอนกำลังแรง 400 w

หมายเลข 3. แปรงทำความสะอาดตะกอน

หมายเลข 4. มอเตอร์ขับเคลื่อนแปรงทำความสะอาด

หมายเลข 5.กล้องใต้น้ำ

หมายเลข 6. โรเลอร์

หมายเลข 7. ระบบขับเคลื่อนด้วยเฟืองโซ่

หมายเลข 8.มอเตอร์ขับเคลื่อน

หมายเลข 9. สายรับส่งสัญญาณ

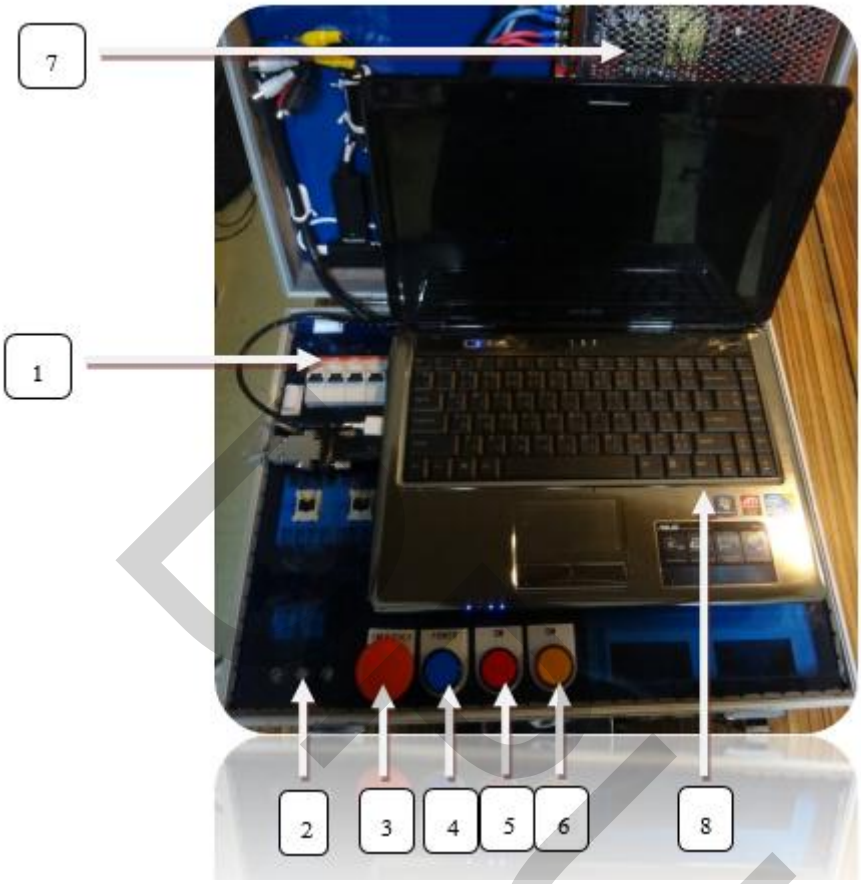
หมายเลข 10.โรลเก็บสายไฟพร้อมสายสัญญาณยาว 20 เมตร

หมายเหตุ ส่วนที่ต้องบำรุงรักษา คือ ส่วนล้อ โดยการดูแลรักษาอย่าให้ตึงมากมากเกินไปอาจส่งผลให้มอเตอร์จะเสียหาย

ส่วนของตัวถังโครงสร้างทำมาจากวัสดุอลูมิเนียมและสแตนเลสโดยผ่านกระบวนการ CNC

RSPU

3.3 ส่วนประกอบอุปกรณ์ควบคุมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ



หมายเลข 1.เป็นสวิตซ์ที่เปิดใช้งานระบบทั้งหมด

หมายเลข 2. ไฟแสดงสถานะของระบบรอกไฟฟ้า

หมายเลข 3. EmergencySwitch

หมายเลข 4. ไฟแสดงสถานะการทำงานของกล่องควบคุมหุ่นยนต์

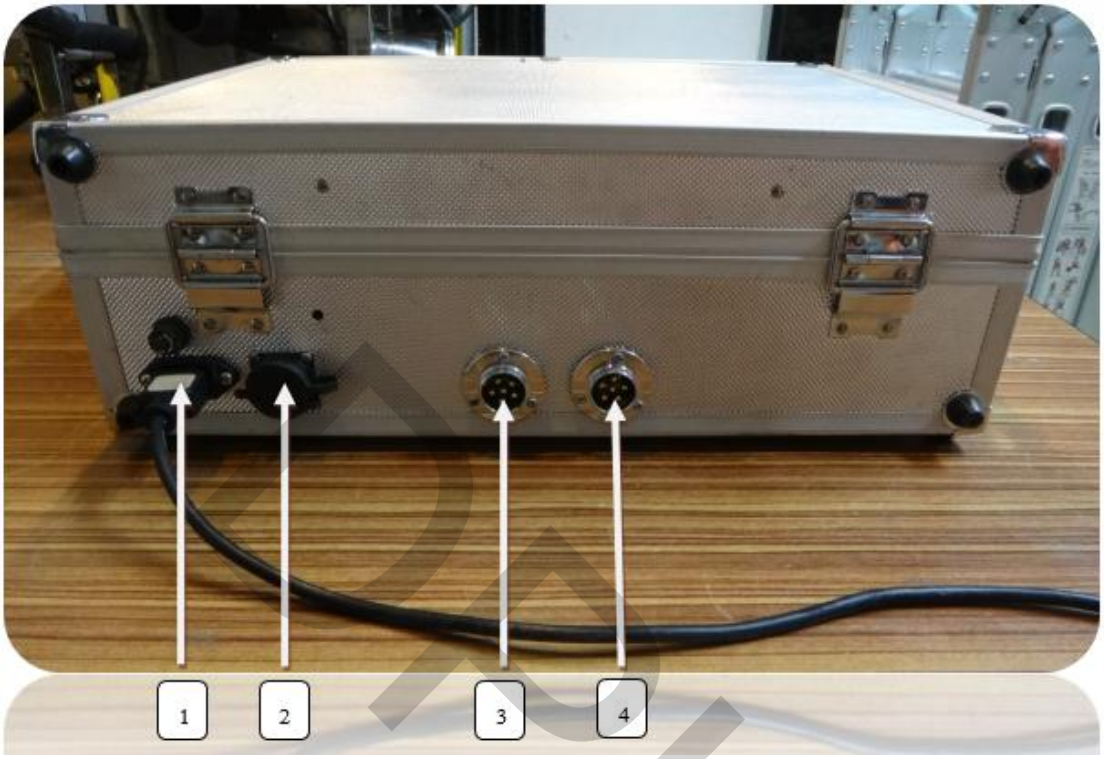
หมายเลข 5. ไฟแสดงสถานะการทำงานของปั๊มดูดตะกอน

หมายเลข 6. ไฟแสดงสถานะการทำงานของระบบไฟส่องสว่าง

หมายเลข 7. Power Supply

หมายเลข 8. Computer Notebook

3.3.1 ส่วนประกอบอุปกรณ์ควบคุมหุ่นยนต์ภายนอกกล่องควบคุม



หมายเลข 1.ปลั๊กไฟ 220V

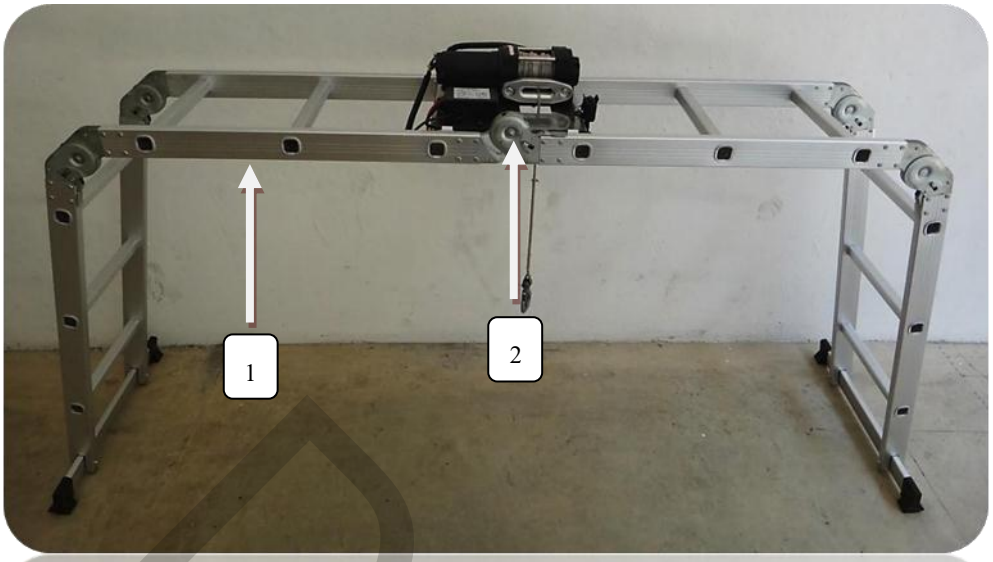
หมายเลข 2.ช่องเสียบสายสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำ

หมายเลข 3. ช่องเสียบสายสัญญาณภาพ

หมายเลข 4. ช่องเสียบสายไฟระบบรอกไฟฟ้า

หมายเหตุ** ตัวกล่องควบคุมนั้นภายในมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมอยู่ดังนั้น ห้ามให้อุปกรณ์ชิ้นนี้โดนน้ำอย่างเด็ดขาดและห้ามทำการแกะหรือเปิดตัวกล่องออกมา

3.4 ส่วนประกอบอุปกรณ์ระบบรอกไฟฟ้า



หมายเลข 1.บันไดอลูมิเนียม อเนกประสงค์พับเก็บได้ รับน้ำหนักได้ 150 กิโลกรัม

หมายเลข 2. รอกไฟฟ้า กำลังแรงดึง 3500ปอนด์

3.5 ส่วนประกอบอุปกรณ์สายดูดตะกอน

หมายเลข 1.ทุ่นลอยน้ำ จำนวน 12 ลูก

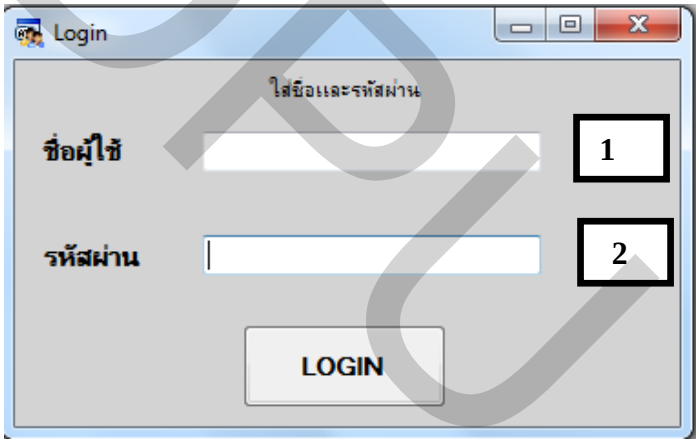
หมายเลข 2. สายดูดตะกอน ความยาว 20 เมตร

บทที่ 4
การใช้งานระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูล Database นั้นเป็นอีกหนึ่งส่วนที่ใช้อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ปฏิบัติงานโดยสามารถเก็บข้อมูลของการทำงานแต่ละส่วนได้ ซึ่งจะสามารถทำการตรวจสอบการทำงานของหุ่นยนต์ในแต่ครั้งได้

4.1 เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

ผู้ใช้ต้องทำการกรอกชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านก่อนเข้าสู่ระบบการทำของ Admin โดยทำการตั้งรหัสผ่านจากระบบ ซึ่งในการตั้งรหัสผ่านจะขึ้นอยู่กันผู้ใช้งานเอง ในกรณีที่กรอกรหัสหรือชื่อผิดระบบจะที่การฟ้องว่า (username and password error) ให้ผู้ใช้ทำการกรอกชื่อและรหัสใหม่อีกครั้ง



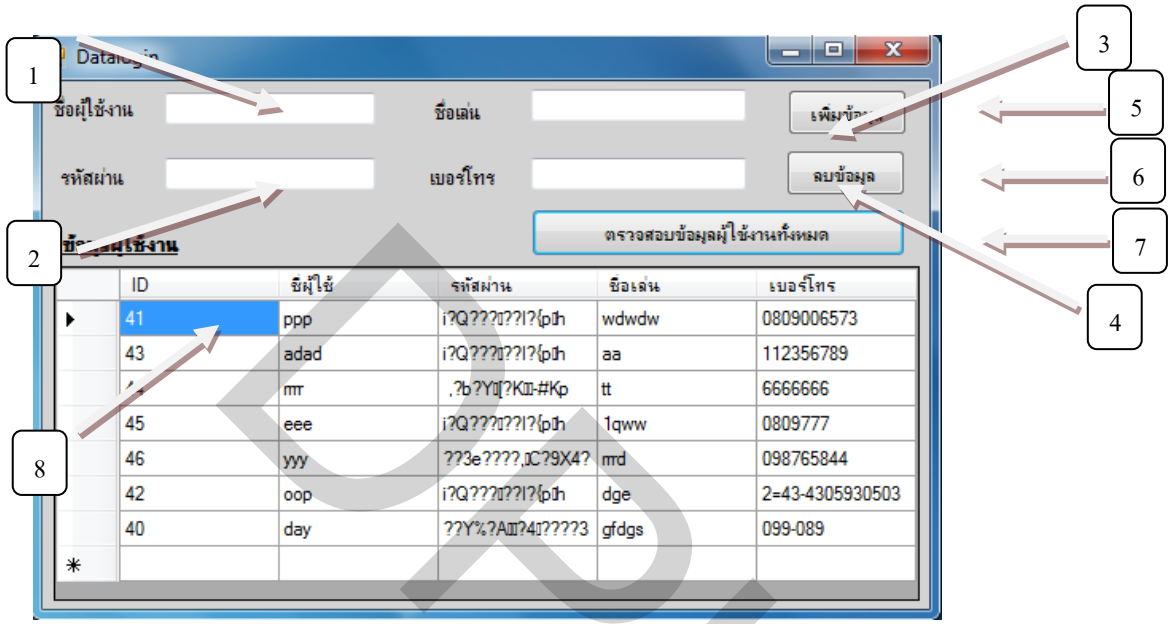
เมื่อเข้าสู่หน้าจอการเข้าระบบฐานข้อมูลให้ใส่ข้อมูล ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1. User Name คือรหัสผู้ใช้งานซึ่งจะเป็นชื่อของหัวหน้างานซึ่งจะสามารถตรวจสอบในแต่ละครั้งที่บุคลากรปฏิบัติงานได้

หมายเลข 2. Password คือรหัสลับเพื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลได้

4.2การเพิ่มและลบข้อมูลของผู้ใช้งาน

ผู้ใช้ทำการเพิ่มและลบข้อมูลของ User และทำการตรวจสอบการทำงานของ User ในตรางนี้จะแสดง ID ชื่อใช้ ชื่อเล่นและเบอร์โทร แต่ในส่วนของรหัสผ่านระบบจะไม่แสดงรหัสเพราะระบบจะทำการเข้ารหัสเพื่อป้องรหัสของ User เอง



การเพิ่มและลบข้อมูลของ User และทำการตรวจสอบการทำงานของ User ในตรางนี้จะแสดง ID ชื่อใช้ ชื่อเล่นและเบอร์โทร แต่ในส่วนของรหัสผ่านระบบจะไม่แสดงรหัสเพราะระบบจะทำการเข้ารหัสเพื่อป้องรหัสของ User เอง

หมายเลข 1. กรอกชื่อของผู้ใช้งาน

หมายเลข 2 กรอกรหัสที่ของผู้ใช้งาน

หมายเลข 3 กรอกชื่อเล่นของผู้ใช้งาน

หมายเลข 4 กรอกเบอร์โทรศัพท์ติดต่อของผู้ใช้งาน

หมายเลข 5 การเพิ่มข้อมูลของผู้ใช้เข้าไปในระบบฐานข้อมูล

หมายเลข 6 การลบข้อมูลของผู้ใช้งานที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล

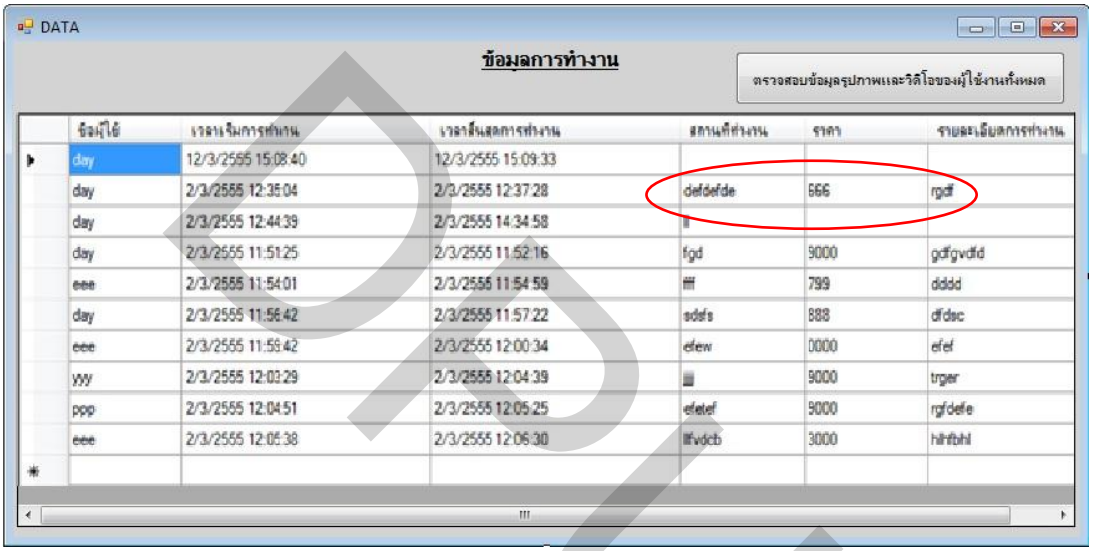
หมายเลข 7 ตรวจสอบข้อมูลของผู้ใช้งานทั้งหมด

หมายเลข 8 แสดงข้อมูลของผู้ใช้งานทั้งหมดที่อยู่ในระบบฐานข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงการทำที่ Admin เป็นผู้ตรวจสอบ User ตรางนี้จะแสดง ชื่อของ Userเวลาเข้าและออกของการใช้งานและแสดง สถานที่ ราคา รายละเอียดการทำงานในตรางนี้สามารถทำการเลือกดูข้อมูลของแต่ละ User ได้

วิธีใช้ดังนี้

ให้เลือกชื่อ User ที่ต้องการตรวจสอบแล้วทำการ คลิกที่ปุ่มกด ระบบจะทำการแสดงอีกตารางหนึ่งขึ้นมาดูตามรูปด้านบน



บทที่ 5
การดูแลรักษา

การบำรุงรักษา

ด้านของการบำรุงรักษาจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์ที่ใช้งานในลักษณะนี้โดยทั่วไปนั้นจะมีการบำรุงรักษาที่น้อยกว่าโดยเนื่องจากตัวหุ่นยนต์เองถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้ใช้ตามบ้านเป็นกลุ่มผู้ใช้หลักและด้วยที่ว่าการใช้งานที่ไม่ซับซ้อนนักจึงทำให้หุ่นยนต์ประเภทนี้โดยทั่วไม่ไม่ต้องการการดูแลรักษาหรือการบำรุงรักษาที่มากเพราะหุ่นยนต์ประเภทนี้ส่วนใหญ่จะมีอายุการใช้งานเพียง 1-2ปี และไม่มีอะไหล่ทดแทนหากหมดอายุประกันการใช้งานแล้วหากมีการเสียขึ้นมาก็จะกลายเป็นขยะในทันที

ด้านของหุ่นยนต์ดูดตะกอนที่สร้างขึ้นมา นั้นถูกออกแบบมาให้มีการทำงานในหลายๆด้าน ดังนั้นจึงต้องมีการดูแลรักษาที่มากกว่าและยังต้องการการบำรุงรักษาที่มากขึ้นอีกด้วยทั้งนี้เนื่องจากเมื่อหุ่นยนต์มีการทำงานในหลายรูปแบบดังนั้นในแต่ละจุดการทำงานจะใช้อุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้อย่างอเนกประสงค์แต่อุปกรณ์เหล่านี้นั้นจะต้องการการดูแลรักษาโดยส่วนใหญ่ในตัวมันเองอยู่แล้ว เช่น ระบบลูกปืนต่างๆ ระบบสายพานขับเคลื่อน เป็นต้น

ในด้านการบำรุงรักษาหุ่นยนต์ดูดตะกอนที่ได้ออกแบบมานั้น หากมีการชำรุดเสียหายในแต่ละจุดสามารถหาอะไหล่มาเปลี่ยนได้เพราะเป็นชุดอะไหล่ที่สามารถหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป และในแต่ละชิ้นส่วนมีรูปแบบการทดแทนอะไหล่ในตัวอยู่แล้ว

ด้านกำลังการใช้งานของหุ่นยนต์

ด้านกำลังการใช้งานของหุ่นยนต์นั้นจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าถ้าที่พลังงานที่ได้รับเต็มกำลังคงที่หุ่นยนต์สามารถทำงานได้ค่อนข้างที่จะเต็มประสิทธิภาพแม้ว่าจะทำการเพิ่มภาระแก่หุ่นยนต์เพิ่มเข้าไปก็ตามก็สามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับสภาวะปกติแต่ถ้าหากพลังงานที่จ่ายให้หุ่นยนต์มีการลดลงก็จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์ก็จะลงประสิทธิภาพด้านกำลังการทำงานลงไปตามระดับการลดของพลังงานซึ่งหุ่นยนต์จะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพคือค่าพลังงานควรอยู่ในช่วง 12-15โวลต์ และไม่ควรต่ำไปกว่านี้

ด้านการถ่ายทอดสัญญาณภาพ

ด้านการถ่ายทอดสัญญาณภาพนั้นถ้ามองในมุมของของคุณภาพของภาพที่ได้รับมานั้นจากผลการทดลองก็จะเห็นว่าภาพที่ได้รับมามีคุณภาพพอที่จะสามารถทำงานใต้น้ำได้อย่างปกติในสภาวะที่มีแสงส่องสว่างและไม่มีแสงส่องสว่าง ซึ่งถ้าทดลองในพื้นที่ที่มีตะกอนมากและมีฝุ่นเยอะๆก็จะเห็นว่าภาพที่ได้รับมามีคุณภาพต่ำและมองการทำงานใต้น้ำค่อนข้างลำบาก

ด้านการทำความสะอาด

ด้านการทำความสะอาดนั้นจากผลการทดลองจะเป็นที่เห็นได้ว่าถึงแม้จะใช้ความเร็วในการทำงานของหุ่นยนต์มากที่สุดก็ไม่ได้หมายถึงว่าการทำความสะอาดนั้นจะทำความสะอาดได้ดีที่สุดเพราะการยิ่งใช้ความเร็วของหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่สูงเท่าไรนั้นหมายความว่าอัตราการดูดของระบบดูดทำความสะอาดไม่ได้ดูได้เร็วได้เพิ่มขึ้น ระบบดูดทำความสะอาดก็ยังทำงานตามความเร็วรอบที่เท่าเดิมนั้นจะเป็นการทำให้ทำความอาดพื้นที่ได้ไม่หมดจรดดังนั้นผู้ใช้เองควรเลือกระดับความเร็วให้เหมาสมกับงานเช่นหากทำงานในพื้นที่ที่มีตะกอนสะสมอยู่มาควรเลือกการทำงานที่ช้าลงเพื่อความสะอาดที่มากขึ้น

DPU

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ขจรศักดิ์ จันทร์แจ่ม
ประวัติการศึกษา	ปีที่สำเร็จการศึกษา 2552
	ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	วิศวกรหุ่นยนต์และวิจัย
	INNOVATIONS AND ROBOTICS LAB
	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ประสบการณ์ ผลงานวิชาการ รางวัลหรือทุนการศึกษา	
พ.ศ. 2548	ทุนการศึกษาในด้านความสามารถพิเศษในระดับปริญญาตรี
	รางวัลรองชนะเลิศในการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับอุดมศึกษา TPA ROBOT CONTESTTHAILAND 2005
	รางวัลรองชนะเลิศในการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับประเทศ ABU ROBOT CONTEST THAILAND 2005
พ.ศ. 2550	รางวัลรองชนะเลิศในการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับอุดมศึกษา TPA ROBOT CONTEST THAILAND 2007
พ.ศ. 2552	รางวัลชนะเลิศในการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับประเทศ ABU ROBOT CONTEST THAILAND 2009
	รางวัล PANASONIC AWARD ในการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ASIA-PACIFIC ROBOT CONTEST JAPAN 2009
พ.ศ. 2553	ทุนการศึกษาในด้านความสามารถพิเศษในระดับปริญญาโท
พ.ศ. 2554	รางวัลชนะเลิศในการแข่งขันหุ่นยนต์ ระดับอุดมศึกษา TPA ROBOT CONTEST THAILAND 2011
	รางวัลชนะเลิศ ในการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ASIA-PACIFIC ROBOT CONTEST THAILAND 2011
พ.ศ. 2557	บทความวิจัยเรื่อง หุ่นยนต์ดูดตะกอนใต้น้ำสำหรับถังพักน้ำ การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ: NCIT2014 หน้า 544-549.

DPU