

## หุ่นยนต์เพื่อการเกษตร

### Agriculture Robot

ผู้จัดทำ นายสิรภัทร บุญจันทร์, นายอัศวิน พงศ์วิรัตน์, นายสุทธิพงศ์ สว่าง

อาจารย์ปัญญา เหล่าอนันต์ธนา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: fengpyl@ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเทคโนโลยีที่คณะผู้จัดทำได้ศึกษาจากสื่อต่างๆ มาประกอบเข้ากับการเกษตรเพื่อสร้างเป็นหุ่นยนต์เพื่อการเกษตร ณ ปัจจุบัน การนำศาสตร์ของวิศวกรรมมาประกอบกับการเกษตรนั้นยังไม่เป็นที่นิยมมากนัก อีกทั้งปัจจุบันการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ นั้นยังสามารถพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพไปได้อีก คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสามารถที่จะนำศาสตร์ของวิศวกรรมที่ได้ศึกษามาประกอบเข้ากับการเกษตรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเกิดเป็น นวัตกรรมใหม่เพื่อการเกษตร โดยหุ่นยนต์เพื่อการเกษตรนี้จะทำหน้าที่เก็บเกี่ยวและดูแลรักษาต้นไม้ผ่านการควบคุมระยะไกลโดย MQTT Protocol ส่งไปประมวลผลที่ Micro Controller แล้วส่งไปควบคุมการทำงานของ DC Motor โดยหลักการของ PID Control ซึ่งทั้งหมดนี้จะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตและดูแลรักษาได้อย่างแม่นยำและถูกวิธีผ่านการประมวลผลของ Micro Controller ทั้งหมดนี้เพื่อเป็นการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาปรับใช้และอำนวยความสะดวกให้กับบุคลากรทางการเกษตร

**คำสำคัญ :** MQTT Protocol, DC Motor, Micro Controller, PID Control

#### Abstract

Purposes of this project is to make a technology that our team had learned assemble with agriculture lead to Agriculture Robot. Nowadays, Agriculture Engineering is not that popular furthermore efficiency of resource that used in agriculture can be improved. Our team see an opportunity to improve agriculture with engineering that we had learned and make it into an innovation for agriculturist. Our robot will help to collect and take care trees remotely control by MQTT Protocol send command to Micro Controller calculate and control DC Motor by using PID control to precise and fast collect and take care trees. In conclusion, we hope to facilitate agriculturist with our engineering.

**Keywords:** MQTT Protocol, DC Motor, Micro Controller, PID Control

#### 1. คำนำ

ปัจจุบันการเกษตรถือว่าเป็นส่วนสำคัญของประเทศไทย ซึ่งการเก็บเกี่ยวและดูแลรักษานั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายได้หากทำอย่างผิดวิธี ดังนั้นจึงเกิดเป็นโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อที่จะนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาประกอบรวมสร้างเป็นหุ่นยนต์การเกษตรเพื่ออำนวยความสะดวกในการดูแลและเก็บเกี่ยวผลผลิต อีกทั้งยังแม่นยำและเชื่อถือได้เพราะเป็นการควบคุมผ่าน Micro Controller

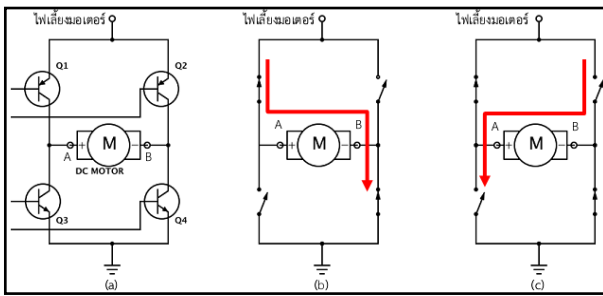
#### 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things)

อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things ) หรือที่คนส่วนใหญ่เรียกว่า IOT มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า M2M ซึ่งย่อมาจาก Machine to Machine คือ การที่อุปกรณ์ สิ่งต่างๆ ได้ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ การสื่อสารแบบ IOT มีหลายรูปแบบมาก ซึ่งในโครงการครั้งนี้เลือกที่จะใช้การสื่อสารแบบ MQTT Protocol

##### 2.2 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

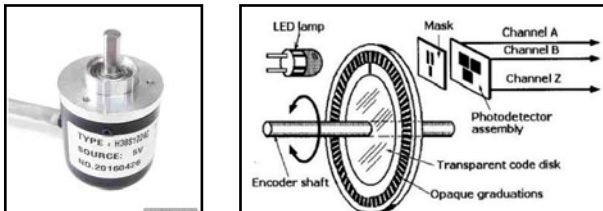
อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดที่นิยมใช้กันส่วนใหญ่และเกี่ยวข้องกับโครงการครั้งนี้ คือ ชนิต H-Bridge ซึ่งวงจรประกอบด้วยทรานซิสเตอร์หรือมอดเฟส โดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์เปิดปิดจำนวน 4 ชุด (Q1-Q4) โดยต่อกับ DC Motor ดังรูปที่ 1a ซึ่งสามารถควบคุมการทิศทางการไหลของกระแสได้ เมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 ทำงาน และปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 กระแสจะไหลจากจุด A ไปจุด B ดังรูปที่ 1b จึงทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน และเมื่อส่งสัญญาณควบคุมให้ทรานซิสเตอร์ Q2 และ Q3 ทำงาน และปิดการทำงานของทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 กระแสจะไหลจากจุด B ไปจุด A ดังรูปที่ 1c เป็นผลให้มอเตอร์หมุนกลับทิศ



รูปที่ 1 หลักการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์กระแสตรงชนิด H-Bridge

หลักการทำงานของอุปกรณ์เข้ารหัส (Encoder)

อุปกรณ์เข้ารหัส คือ เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการเข้ารหัส จากระยะทางจากการหมุนรอบตัวเอง และแปลงออกมาเป็นรหัสในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า โดยเราสามารถนำเอารหัสเหล่านี้มาแปลงกลับ เพื่อหาค่าต่างๆที่เราต้องการได้ ไม่ว่าจะเป็นระยะทางการหมุน องศาการเคลื่อนที่ หรือ ความเร็วรอบก็ได้ แล้วนำมาแสดงผลให้เราได้ทราบค่าผ่านหน้าจอแสดงผล เช่น ถ้าต้องการวัดระยะทาง เราจะต้องต่อเข้ากับตัวนับจำนวนเพื่อแสดงผลเป็นระยะทาง หรือ ถ้าต้องการวัดความเร็วรอบ ก็นำระยะทางที่ได้มาหารด้วยเวลาใน 1 รอบ ส่วนการแสดงผลเป็นความเร็วรอบของ RPM, RPS โดยอาศัยสัญญาณที่ผ่านการเข้ารหัสแล้วออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้านั้น สามารถแบ่งรูปแบบของการเข้ารหัสได้อีกหลากหลายรูปแบบ เช่น สัญญาณดิจิตอล ศูนย์กับหนึ่ง ธรรมดา หรือ เป็นแบบ Binary Code, BCD Code, Gray Code



รูปที่ 2 อุปกรณ์ encoder และกลไกการทำงานภายใน

### 2.3 ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID Controller)

เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวางซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ

วิธีการคำนวณสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์

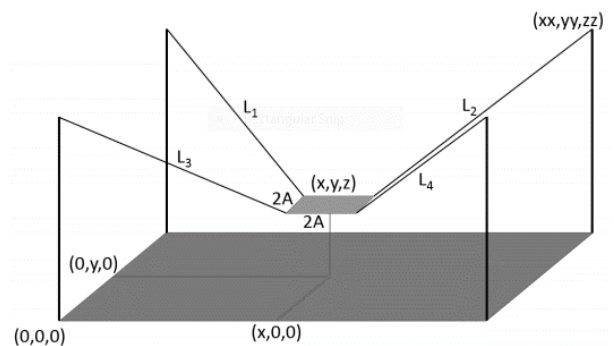
วิธีการคำนวณของ PID ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือค่าสัดส่วน, ปริพันธ์ และ อนุพันธ์ ค่าสัดส่วนกำหนดจากผลของความผิดพลาดในปัจจุบัน, ค่าปริพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของผลรวมความผิดพลาดที่ซึ่งทิ้งผ่านพ้น

ไป และค่าอนุพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด ผลรวมที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสามนี้จะใช้ในการปรับกระบวนการ เป็นไปตามสมการ

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

$u(t)$ : เป็นสัญญาณขาออก  $e(t)$ : ค่าความผิดพลาด  $K_p$ : อัตราขยายสัดส่วนตัวแปรปรับค่าได้  $K_i$ : อัตราขยายปริพันธ์ ปรับค่าได้  $K_d$ : อัตราขยายอนุพันธ์ปรับค่าได้

### 2.4 การคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์



รูปที่ 3 การคำนวณระยะของสาย

ใช้ทฤษฎี สามเหลี่ยมพีทาโกรัส ในการคำนวณหาระยะทางของสลิงต่างๆ เพื่อนำไปเข้ากระบวนการควบคุมแบบ PID ให้ชุดเครื่องมือทางเรขาคณิตเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง โดยในที่นี้จะยกมา 1 สมการ

$$L1 = \sqrt{(x - A)^2 + (yy - y - A)^2 + (zz - z)^2} \quad (2)$$

จะสามารถหา  $L2$ ,  $L3$  และ  $L4$  ในลักษณะเดียวกันกับ  $L1$  เพื่อนำไปคำนวณและป้อนกลับตำแหน่งที่หุ่นยนต์อยู่

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

- อุปกรณ์ทางด้าน Hardware มีดังนี้ Arduino Board, Ethernet Shield, DC Motor, Encoder Shield, DC Motor Drives ชนิด H-Bridge, Encoder, Switching Hub, Variable Resistor, DC Supply
- อุปกรณ์ทางด้าน Software มีดังนี้ Arduino IDE, MQTT Box

### 4. วิธีการดำเนินโครงงาน

- เรียนรู้การทำงานของ Arduino ด้วยภาษา C และออกแบบโปรแกรมให้ได้ตามที่ต้องการ

- เรียนรู้การสื่อสารผ่าน MQTT Protocol เพื่อเชื่อมต่อแต่ละบอร์ดเข้าด้วยกันและส่งการผ่าน Protocol นี้
- เรียนรู้หลักการทำงานของ Motor Drive

Motor Drive ชนิด H-bridge จะมีส่วนการทำงานแบ่งเป็น 2 ฝั่ง คือ ภาคควบคุม กับ ภาคกำลัง ภาคควบคุมจะมีการรับข้อมูลทั้งหมด 3 ขา คือ

1. PMW มีหน้าที่ควบคุมแรงดันฝั่งภาคกำลัง ซึ่งส่งผลกับความเร็วในการหมุนของ motor
2. InA ควบคุมทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งส่งผลกับทิศทางการหมุนของ motor
3. InB ควบคุมทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งส่งผลกับทิศทางการหมุนของ motor

โดย การหมุนของ motor จะมีด้วยกัน 4 แบบ คือ

	In A	In B	ผลการทำงานของ motor
Logic	1	0	หมุนซ้าย
	0	1	หมุนขวา
	1	1	ลือคการหมุน
	0	0	หมุนได้อย่างอิสระ

ตารางที่ 1 Logic การทำงานของ Motor Drive

และได้นำทั้งหมดมาประกอบรวมเข้าด้วยกันเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์แกนกลาง

## 5. ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์

จากผลการดำเนินงานและทดสอบเคลื่อนที่ประมาณ 50 ครั้ง พบว่า แกนกลางสามารถเคลื่อนที่ 3 เมตรได้อย่างราบรื่น มีความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 10 เซนติเมตร และสามารถใช้เครื่องมือทางการเกษตรได้

ผู้ออกแบบประเมินผลการดำเนินงานของโครงการไว้ ดังนี้

1. อุปกรณ์ดังกล่าวจะสามารถทดแทนแรงงานคนได้
2. อุปกรณ์ดังกล่าวมีความแม่นยำสูงและควบคุมทางไกลได้
3. อุปกรณ์ดังกล่าวมีอายุการใช้งานและความทนทานสูง

## 6. กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์หัวข้อเรื่องหุ่นยนต์เพื่อการเกษตร (Agriculture Robot) สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีตามความคาดหวังของคณะผู้จัดทำ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ปัญญา เหล่าอนันต์ธนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ รศ.ดร.พีระยศ แสนโภชน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ ในทุกขั้นตอนการดำเนินงาน รวมไปถึงการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ และการตรวจสอบแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานต่างๆจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

มากไปกว่านี้ต้องขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้สนับสนุนการทำโครงการครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- John G. Bollinger, Neil A. Duffie. Computer Control of Machines and Processes. Boston, USA: Addison-Wesley, 1989, pp199-210.
- M. Newman, "Design and Experimentation of Cable-Driven Platform Stabilization and Control System", Ph.D dissertation, College of Eng. and Sc., Nebraska Univ., Lincoln, 2017