

# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญ

ในยุคที่มีการเติบโตของประชากรอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนและความต้องการอาหารทั่วโลกที่เพิ่มขึ้น เกษตรกรรมถือเป็นแนวหน้าของความพยายามของมนุษย์ในการสร้างอนาคตที่ยั่งยืน และมีบทบาทสำคัญในการเสริมสร้างเศรษฐกิจของประเทศไทย ภาคการเกษตรของประเทศไทยได้ขยายตัวกว่าร้อยละ 7.2 (ไตรมาสที่แรก พุทธศักราช 2566) ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุกปี นอกเหนือจากผลกระทบทางเศรษฐกิจแล้ว ยังส่งผลกระทบต่อความไม่มั่นคงทางอาหารและราคาอาหารที่สูงขึ้นอีกด้วย อย่างไรก็ตาม เส้นทางสู่ความยั่งยืนทางการเกษตรนั้นเต็มไปด้วยความท้าทาย เกษตรกรพบอุปสรรคในการทำการเกษตรทั้งจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ ภาวะฝนทิ้งช่วงและที่สำคัญการแพร่ระบาดของโรคพืช ทำให้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางการเกษตรที่ลดลง เกิดผลผลิตที่ไร้คุณภาพ นำไปสู่ความสูญเสียทางการเงินจำนวนมากสำหรับเกษตรกร เกษตรกรจึงมักเผชิญกับความท้าทายและอาจขาดความรู้ความเข้าใจชนิดโรคพืช รวมถึงการดูแลและปรับปรุงสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ให้เหมาะสมต่อพืช

ทางผู้จัดทำจึงพัฒนาหุ่นยนต์ตรวจสอบ ปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้ข้อมูลปริมาณความชื้น และปริมาณแร่ธาตุจากการตรวจจับของเซนเซอร์ ตรวจสอบโรคของพืชอย่างแม่นยำด้วยการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) จากการเก็บข้อมูลรูปภาพจากโมดูลกล้อง และคาดการณ์สภาพแวดล้อมที่อาจทำให้เกิดโรคพืช จากสถิติข้อมูลปริมาณความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ เพื่อให้เกษตรกรทราบและตระหนัก ทั้งนี้หุ่นยนต์ทำให้เกิดผลผลิตทางเกษตรที่มีคุณภาพ และสม่ำเสมอ อำนวยความสะดวกสบายให้แก่เกษตรกร รวมทั้งประหยัดเวลาในการดูแลผลผลิตของตนเอง สร้างความมั่นคงในเศรษฐกิจภาคการเกษตร

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อลดความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรจากปัญหาการแพร่ระบาดของโรคพืช
2. เพื่อพัฒนาหุ่นยนต์ดูแลและปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืชที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้เกิดความสะดวกสบายและประหยัดเวลาแก่เกษตรกรในการดูแลพืช
3. เพื่อลดค่าใช้จ่ายแก่เกษตรกรจากการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในการดูแลผลผลิตระยะยาว โดยวิเคราะห์ข้อมูลของสภาพดิน และใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

### ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา
  - Deep Learning
  - IoT
  - โรคที่แพร่ระบาดในพืช

- Microcontroller
- Robot Navigation

## 2. ระยะเวลาดำเนินการศึกษาทดลอง

ลำดับที่	กิจกรรม	พ.ศ. 2566																															
		พฤษภาคม				มิถุนายน				กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	ศึกษาปัจจัยในการดำเนินชีวิตและลักษณะการเกิดโรคต่าง ๆ ของพืช	←		→																													
2	ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับ AI ประมวลผลภาพและระบบเซนเซอร์หุ่นยนต์			←				→																									
3	ศึกษาและจัดซื้ออุปกรณ์ sensor ในการวัดค่าต่าง ๆ เกี่ยวข้อง									←		→																					
4	หาเซตข้อมูลรูปภาพโรคพืชสำหรับเทรน AI										←		→																				
5	นำข้อมูลที่ได้มาเทรน AI													←		→																	
6	ประกอบหุ่นยนต์																	←		→													
7	ปลูกพืช (ผักกาดขาว) สำหรับทดสอบ																				←		→										
8	ทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์																								←				→				

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากการแพร่ระบาดของโรคพืชลดลง จากความแม่นยำในการตรวจสอบโรคพืช
2. เกษตรกรดูแลผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกสบาย และประหยัดเวลา
3. ลดค่าใช้จ่ายให้แก่เกษตรกรในการดูแลแปลงเกษตรกรรมได้ในระยะยาว

## บทที่ 2

### เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดทำโครงการวิทยาศาสตร์ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาและประดิษฐ์เกี่ยวกับหุ่นยนต์ระบบ AI คู่มือและ ปรับปรุงสภาพแวดล้อม รวมถึงการตรวจจับโรคของพืช ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงต้องมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ ของโรคพืชที่สนใจ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI ) ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ( Microcontroller ) และ 3D printing ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาหาข้อมูลต่างๆจากเอกสารและงานวิจัย จากทั้งในและต่างประเทศได้ดังนี้

#### 1. การประมวลผลภาพ

##### 1.1 Artificial intelligent(AI) ปัญญาประดิษฐ์

นิยามของปัญญาประดิษฐ์ มีมากมายหลากหลายอย่าง ซึ่งสามารถมองได้ 2 คุณลักษณะ คือ

1.1.1 นิยามที่เน้นระบบที่เลียนแบบมนุษย์ กับ นิยามที่เน้นระบบที่มีเหตุผล

1.1.2 นิยามที่เน้นความคิดเป็นหลัก กับ นิยามที่เน้นการกระทำเป็นหลัก

ปัจจุบันงานวิจัยหลักๆของ AI จะมีแนวคิดในรูปแบบที่เน้นเหตุผลเป็นหลัก เนื่องจากการนำ AI ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหา อาจไม่จำเป็นต้องอาศัยอารมณ์ หรือ ความรู้สึกของมนุษย์

นิยามของปัญญาประดิษฐ์ ทั้ง 2 ลักษณะจัดแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

- ระบบที่คิดเหมือนมนุษย์ (Systems that think like humans) คือ ความพยายามใหม่ อันน่าตื่นเต้นที่จะทำให้คอมพิวเตอร์คิดได้เหมือนมนุษย์ สามารถเรียนรู้ แก้ปัญหา หรือ ตัดสินใจในเรื่องๆ นั้นได้เช่นเดียวกับมนุษย์

- ระบบที่กระทำเหมือนมนุษย์ (Systems that act like humans) คือ การศึกษาวิธีทำให้คอมพิวเตอร์กระทำในสิ่งที่มนุษย์ทำได้ เช่น การสื่อสารได้ด้วยภาษาที่มนุษย์ใช้ เช่น ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวอย่างคือ การแปลงข้อความเป็นคำพูด และการแปลงคำพูดเป็นข้อความ มีประสาทสัมผัสคล้ายมนุษย์ เช่น คอมพิวเตอร์รับภาพได้โดยอุปกรณ์รับสัมผัส แล้วนำภาพไปประมวลผล สามารถเคลื่อนไหวได้คล้ายมนุษย์ เช่น หุ่นยนต์ช่วยงานต่าง ๆ อย่างการดูแลผู้สูงอายุ

- ระบบที่คิดอย่างมีเหตุผล (Systems that think rationally) คือ การศึกษาความสามารถในด้านสติปัญญา การคิดอย่างมีเหตุผล หรือ คิดได้อย่างถูกต้อง เช่น ใช้หลักตรรกศาสตร์ในการคิดหาคำตอบอย่างมีเหตุผล เช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญ

- ระบบที่กระทำอย่างมีเหตุผล (Systems that act rationally) คือ ความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมที่แสดงปัญญาในสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยกระทำอย่างมีเหตุผล เช่น โปรแกรมที่มีความสามารถในการกระทำ หรือ เป็นตัวแทนในระบบอัตโนมัติต่าง ๆ สามารถกระทำอย่างมีเหตุผลเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ เช่น โปรแกรมระบบขับรถอัตโนมัติ ที่ตั้งเป้าหมายที่มา:

[https://www.ops.go.th/th/content\\_page/item/661-ai](https://www.ops.go.th/th/content_page/item/661-ai)

## 1.2. Machine Learning (ML)

การทำให้คอมพิวเตอร์ สามารถเรียนรู้สิ่งต่างๆ และพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นได้ด้วยตัวเอง จากข้อมูลและสภาพแวดล้อมที่ได้รับจากการเรียนรู้ของระบบ โดยไม่ต้องมีมนุษย์คอยกำกับหรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม และไม่ว่าในอนาคตมันจะมีข้อมูลรูปแบบใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นมา มนุษย์ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องไปนั่งเขียนโปรแกรมใหม่ เพราะคอมพิวเตอร์สามารถตีความและตอบสนองได้ด้วยตัวเอง

แน่นอนว่าธุรกิจหรืออุตสาหกรรมไหนนำเทคโนโลยีนี้ไปปรับใช้ได้อย่างถูกต้อง จะทำให้ได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจอย่างมาก เพราะสามารถลดเวลาการทำงานในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ และลดต้นทุนแรงงานที่เกิดขึ้นได้มากเลยทีเดียว

การทำงานของระบบ Machine Learning มี 3 รูปแบบ

โดยหลักการของ Machine Learning จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยกัน นั่นก็คือ supervised learning, unsupervised learning และ Reinforcement Learning

- Supervised Learning หรือการเรียนรู้แบบมีผู้สอน

เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ด้วยตัวเอง หลังจากเรียนรู้จากชุดข้อมูลตัวอย่างไปแล้วระยะหนึ่ง ยกตัวอย่างเวลาเราป้อนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ (Input) เช่น รูปปากกา เบื้องต้นคอมพิวเตอร์จะยังไม่รู้ว่ารูปที่เราป้อนเข้าไป คือรูปปากกา เราจึงต้องสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จักเพื่อนำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ว่า ปากกาจะมีปลายด้ามเป็นปุ่ม และใช้หมึกในการเขียน เป็นต้น จากนั้นคอมพิวเตอร์ก็นำข้อมูลดังกล่าวไปประมวล/จัดหมวดหมู่ (Classification) เพื่อให้หลังจากนี้มันสามารถแยกออกได้ว่าอะไรคือปากกา อะไรไม่ใช่ปากกา

- Unsupervised Learning หรือ การเรียนรู้โดยไม่มีผู้สอน

เป็นการเรียนรู้ที่ให้เครื่องจักรนั้นสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูล ซึ่งวิธีการคือมนุษย์จะเป็นผู้ใส่ข้อมูลต่าง ๆ และกำหนดสิ่งที่ต้องการจากข้อมูลเหล่านั้น ทำให้เครื่องจักรวิเคราะห์จากการจำแนกและสร้างแบบแผนจากข้อมูลที่ได้รับมา เรียกได้ว่าตรงกันข้ามกับรูปแบบแรกเลย ตัวอย่างเช่น การที่เราป้อนข้อมูล (Input) รูปปากกาเข้าไป แต่ไม่ได้บอกว่ารูปที่ป้อนเข้าไปเป็นรูปปากกา เมื่อคอมพิวเตอร์นำไปวิเคราะห์ (Feature Extraction) ก็ยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่ารูปที่ใส่เข้าไปมีลักษณะยังไง แต่คราวนี้มันไม่สามารถเอาไปประมวล/จัดหมวดหมู่ (Classification) ได้แล้ว มันจะใช้วิธีการแบ่งกลุ่มแทน (Clustering) ซึ่งคอมพิวเตอร์ก็อาจเอารูปปากกาไปจัดกลุ่มกับปากกาไฮไลท์ หรือเครื่องเขียนอื่นๆ ที่มี ปลายด้ามเป็นปุ่ม และใช้หมึกในการเขียน เหมือนกัน เป็นต้น

- Reinforcement Learning หรือ การเรียนรู้แบบเสริมกำลัง

เป็นวิธีการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ใช้การเรียนรู้เกิดมาจากการปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างผู้เรียนรู้ (agent) กับสิ่งแวดล้อม (environment) ที่มีการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ จาก Agent ภายใต้การเลือก

กระทำการต่าง ๆ ให้ได้ผลลัพธ์ที่มากที่สุด ผ่านการลองผิดลองถูกภายใต้สถานการณ์หรือระบบจำลอง ที่พัฒนาระบบการตัดสินใจให้ดีขึ้นเรื่อย ๆ หรือพูดให้ง่ายขึ้น มันคือการทำกำหนดเงื่อนไขบางอย่างให้กับคอมพิวเตอร์ แล้วทำให้คอมพิวเตอร์บรรลุหรือทำตามเงื่อนไขนั้นให้ได้ ผ่านการลองผิดลองถูก โดยผู้พัฒนาอาจตั้งเป้าหมาย Feedback Loop และเงื่อนไขในการได้รับรางวัล ยกตัวอย่างเช่น Alpha Go เงื่อนไขของการเล่นหมากล้อมให้ชนะคือ ใช้หมากของตนล้อมพื้นที่บนกระดาน ให้ครอบคลุมดินแดนมากกว่าคู่ต่อสู้ ที่นี้ Alpha Go ก็จะเรียนรู้ว่าหากคู่ต่อสู้เดินหมากนี้ ตัวมันเองจะเดินหมากไหนเพื่อให้บรรลุเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้ นั่นคือการยึดพื้นที่บนกระดานให้ได้มากที่สุด

### 1.3 Deep Learning (DL)

การจำลองระบบการประมวลผลของเซลล์ประสาทและสมองของมนุษย์ กล่าวได้ว่าเป็นการเลียนแบบการทำงานของระบบสมองมนุษย์ ที่ Deep Learning เป็นอีกแขนงหนึ่งของ Machine Learning โดยการทำงานของ Deep Learning จะใช้โครงสร้างที่เหมือนกับเซลล์ประสาทในสมองของมนุษย์มาประเมินผลเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ต้องการ สามารถที่จะประมวลผลได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และทรงพลังเป็นอย่างมากเลยทีเดียว

โดยเมื่อ Deep Learning ได้รับข้อมูลใดข้อมูลหนึ่งมา จะทำการแยกรายละเอียดพร้อมจำแนกข้อมูลทั้งหมด พร้อมทั้งประมวลผล วิเคราะห์เพื่อหาข้อมูลเชิงลึก เสมือนกำลังกรองข้อมูลให้กลายเป็นแยกย่อยเพื่อที่จะข้อมูลที่สำคัญที่สุด สรุปออกมาเป็นผลการประมวลผลที่มีแนวโน้มตามที่ต้องการ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับพืช ที่คุณต้องการค้นหาคำตอบว่าพืชชนิดนี้คืออะไร มาจากที่ไหน ระบบของ Deep Learning จะทำการรับข้อมูลเข้าพร้อมกรองรายละเอียด หลังจากนั้นก็นำไปตรวจสอบและแสดงผลคาดการณ์ออกมาว่า มีแนวโน้มจะเป็นพืชชนิดใดนั่นเอง

การทำงานของ Deep Learning จะมีการเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา การคาดการณ์ข้อมูลที่แสดงออกมา เมื่อมีการผิดพลาดหรือคาดการณ์ไม่ถูกต้อง ก็จะเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นๆ นำกลับไปพัฒนาให้เข้าใจมากยิ่งขึ้น และแตกย่อยเป็นรายละเอียดที่มากกว่าเดิมในอนาคต เรียกได้ว่าเป็นการพัฒนาตนเองได้อย่างอัตโนมัติ โดยที่มนุษย์ไม่ต้องเติมข้อมูลเข้าไปเพิ่มหรือนำสิ่งใด ดังนั้น เราจึงจะสามารถแบ่ง Deep Learning ได้ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ Recurrent Neural Network ข้อมูลที่ได้มีการพัฒนาและถูกนำกลับมาใช้อีกครั้งเพื่อที่จะคาดการณ์ถึงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในอนาคต ส่วนอีกหนึ่งรูปแบบคือ Feedforward Neural Network คือการประมวลผลจากข้อมูลชุดเดียวที่ไม่ได้นำกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่ง

## 2. Microcontroller (ไมโครคอนโทรลเลอร์)

ตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือขบวนการต่างๆ ซึ่งอาจทำขึ้นมาจากวงจรไฟฟ้ากลไก PLC ฯลฯ Micro-Controller ก็คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชันการทำงานต่างๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน โดยเน้นความสมบูรณ์ภายในตัวของมันเองและง่ายต่อการนำไปใช้งานหรือแก้ไขดัดแปลง ประกอบไปด้วย

- CPU (Central Processing Unit)
- RAM (Random Access Memory)
- EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory)
- I/O (Input/Output) - serial and parallel
- Timers
- Interrupt Controller

และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Analog to Digital Convertor, Pulse Width Modulator ฯลฯ ซึ่งขึ้นกับผู้ผลิตที่จะใส่เข้าไป เพื่อเพิ่มความสามารถของ MicroController และจุดประสงค์ในการใช้งาน

ความแตกต่างของ MicroController และ MicroComputer คือ MicroComputer นั้นต้องการอุปกรณ์เชื่อมต่อภายนอก เช่น หน่วยความจำ I/O ฯลฯ ส่วน MicroController นั้นมีสมบูรณ์ภายในตัวของมันเอง

## 2.1 ภาษาของ Microcontroller

ภาษาที่ใช้กับ MicroController นั้นจะแตกต่างกันตาม MicroController ของแต่ละตระกูล แต่ประเภทของภาษาที่ใช้สามารถแบ่งออกเป็น

- ภาษาเครื่อง/ภาษา Assembly

ภาษาเครื่อง(Machine Language) คือโปรแกรมที่ MicroController สามารถเข้าใจมัน แต่มันไม่ง่ายสำหรับ มนุษย์ที่จะอ่านได้ ภาษา Assembly คือ รูปแบบของภาษาเครื่องที่มนุษย์สามารถอ่านออกได้ ภาษา assembly เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแปลงจากคำสั่งที่มนุษย์อ่านออกได้ไปเป็นภาษาเครื่อง ซึ่งแปลงคำสั่ง/คำสั่ง โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา assembly จะทำงานเร็วและมีขนาดเล็ก เพราะว่ามันสามารถเข้าถึง Hardware ได้โดยตรง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนของผู้เขียนด้วย

- Interpreters

interpreter คือ ภาษาระดับสูงซึ่งใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ โดยจะฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำ และทำหน้าที่อ่านคำสั่งจากโปรแกรมขึ้นมาทีละคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ตัวอย่างของ interpreter ที่รู้จักกันดีคือ ภาษา BASIC ข้อเสียของ interpreter คือ ทำงานได้ช้า เนื่องจากต้องแปลคำสั่งทีละคำสั่ง

- Compilers

compiler คือ ภาษาระดับสูงซึ่งทำหน้าที่แปลโปรแกรมที่เขียนขึ้นให้เป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจึงนำเอาโปรแกรมที่แปลเสร็จแล้วเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ ทำให้การทำงานเร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาษา C เป็นต้น

## บทที่ 3

### อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

#### 1. วัสดุอุปกรณ์และสถานที่

- 1.1. วัสดุอุปกรณ์
  - 1.1. NodeMCU ESP32
  - 1.2. เซนเซอร์วัดความชื้นในดิน (Soil Moisture Sensor)
  - 1.3. เซนเซอร์วัดธาตุอาหารในดิน (Arduino Soil NPK Sensor)
  - 1.4. Raspberry Pi 4
  - 1.5. USB Webcam
  - 1.6. มอเตอร์
  - 1.7. ล้อ
  - 1.8. แบตเตอรี่
  - 1.9. ถังเก็บน้ำสำหรับเก็บน้ำ และปุ๋ย
  - 1.10. อุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น สายไฟ, สาย LAN และอื่น ๆ

#### 2. ขั้นตอนการศึกษา

- 2.1. ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกษตรกรพบเจอ
- 2.2. ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และปัญหาการแพร่ระบาดของโรคพืช
- 2.3. ออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ตรวจสอบ ปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และ ตรวจสอบโรคพืชด้วยปัญญาประดิษฐ์ รวมทั้งออกแบบชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมSharp3D
- 2.4. ฝึกฝน AI Model ผ่าน Google Colab โดยทางผู้จัดทำใช้โมเดล YOLOv8 และ ข้อมูลภาพจาก PlantDoc Dataset สำหรับตรวจสอบโรคพืช (Plant Disease Detection)
- 2.5. นำเข้า AI Model ที่ผลลัพธ์ในการตรวจสอบโรคพืชแม่นยำที่สุด จากการฝึกฝน สู่ Raspberry Pi 4 และเชื่อมต่อ USB Webcam
- 2.6. ทดสอบประสิทธิภาพและปรับปรุงในการตรวจสอบโรคพืช โดยการใช้ภาพพืชที่เป็นโรค ให้ Raspberry Pi 4 ส่งถ่ายภาพแล้วประมวลผลภาพด้วย AI จากนั้นส่งผลลัพธ์ให้ผู้ใช้ หากมีความแม่นยำที่ยังไม่พึงพอใจ กลับไปทำขั้นตอนที่
- 2.7. พิมพ์สามมิติชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ จากที่ออกแบบไว้ โดยใช้ 3D Printer
- 2.8. ประกอบโครงสร้างหุ่นยนต์และล้อของหุ่นยนต์ โดยใช้ต้นแบบจากหุ่นยนต์ต้นแบบที่

ออกแบบไว้ในโปรแกรม 3D

2.9. ประกอบกล่องคอนโทรลเลอร์ ลงในกล่องกันน้ำขนาด 20\*30\*10.45 (ซม.) โดยภายในจะประกอบด้วยบอร์ดควบคุม, Motor driver, Relay, วงจรลดแรงดัน และพัดลมระบายความร้อน

2.10. ติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง 24 volt, แบตเตอรี่ 12 volt 20 Ah และ เซนเซอร์ต่างๆที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของดิน ความชื้นและอุณหภูมิในอากาศ

2.11. ประกอบถังเก็บน้ำสำหรับเก็บน้ำ และปุ๋ย พร้อมทั้งติดตั้งปั้มน้ำสำหรับการรดน้ำแก๊พีช

2.12. เขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ การทำงานของเซนเซอร์ต่าง ๆ และส่งข้อมูลต่าง ๆ ให้เกษตรกร โดยใช้ NodeMCU ESP32 และ Blynk

2.13. ทดสอบประสิทธิภาพหุ่นยนต์ โดยเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตทางการเกษตรที่ดูแลโดยหุ่นยนต์อัตโนมัติ และเกษตรกรเป็นเวลา 6 สัปดาห์ หากพบข้อผิดพลาด หรือประสิทธิภาพยังไม่เป็นที่พอใจ ผู้จัดทำจึงปรับปรุงและแก้ไข

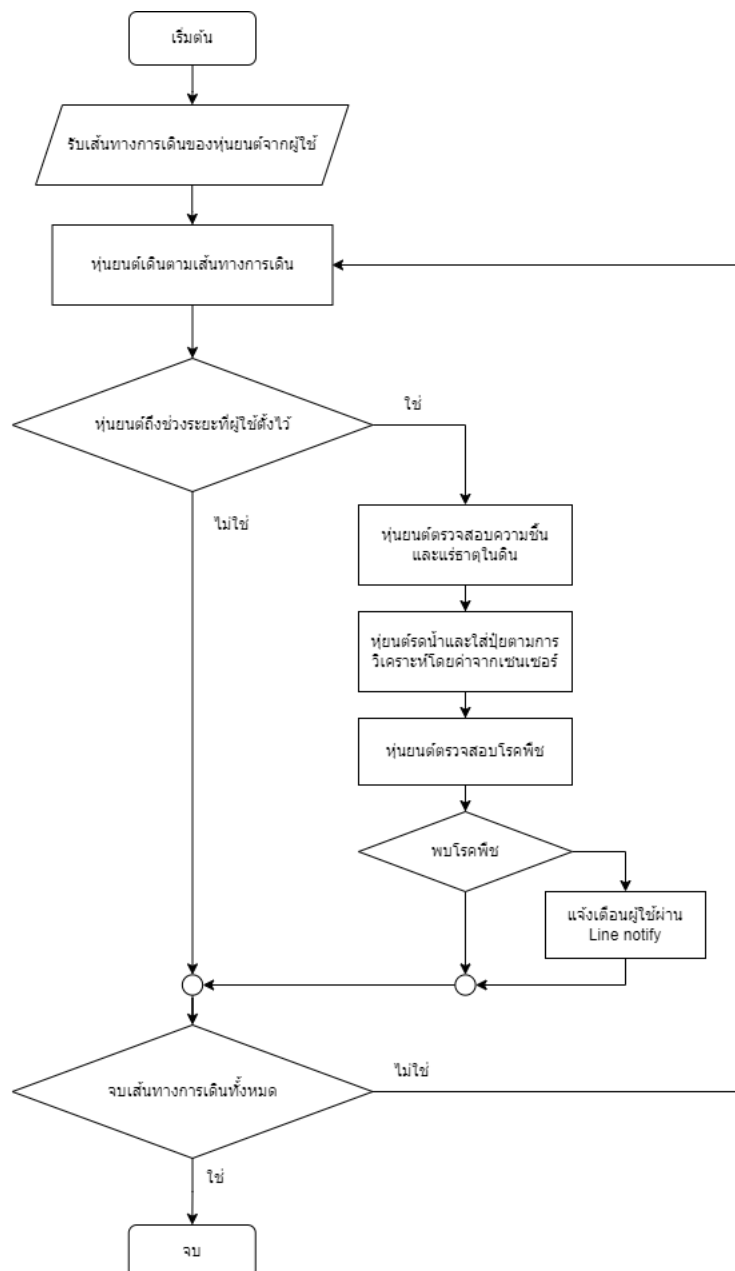


## บทที่ 4

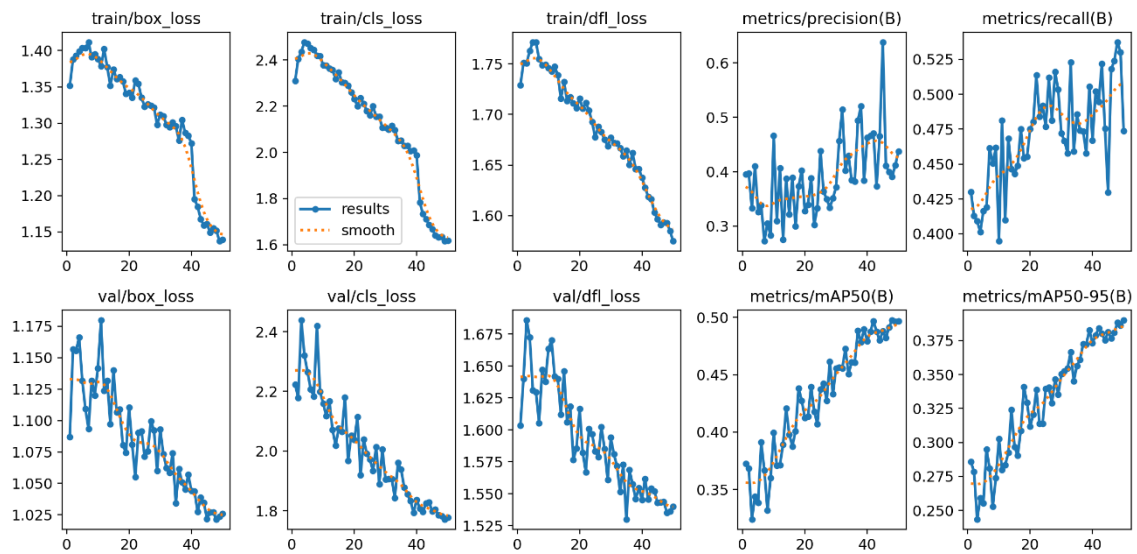
### ผลการทดลอง

จากการพัฒนาหุ่นยนต์ตรวจสอบ ปรับปรุงปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และตรวจสอบโรคพืชด้วยปัญญาประดิษฐ์ ดังนี้

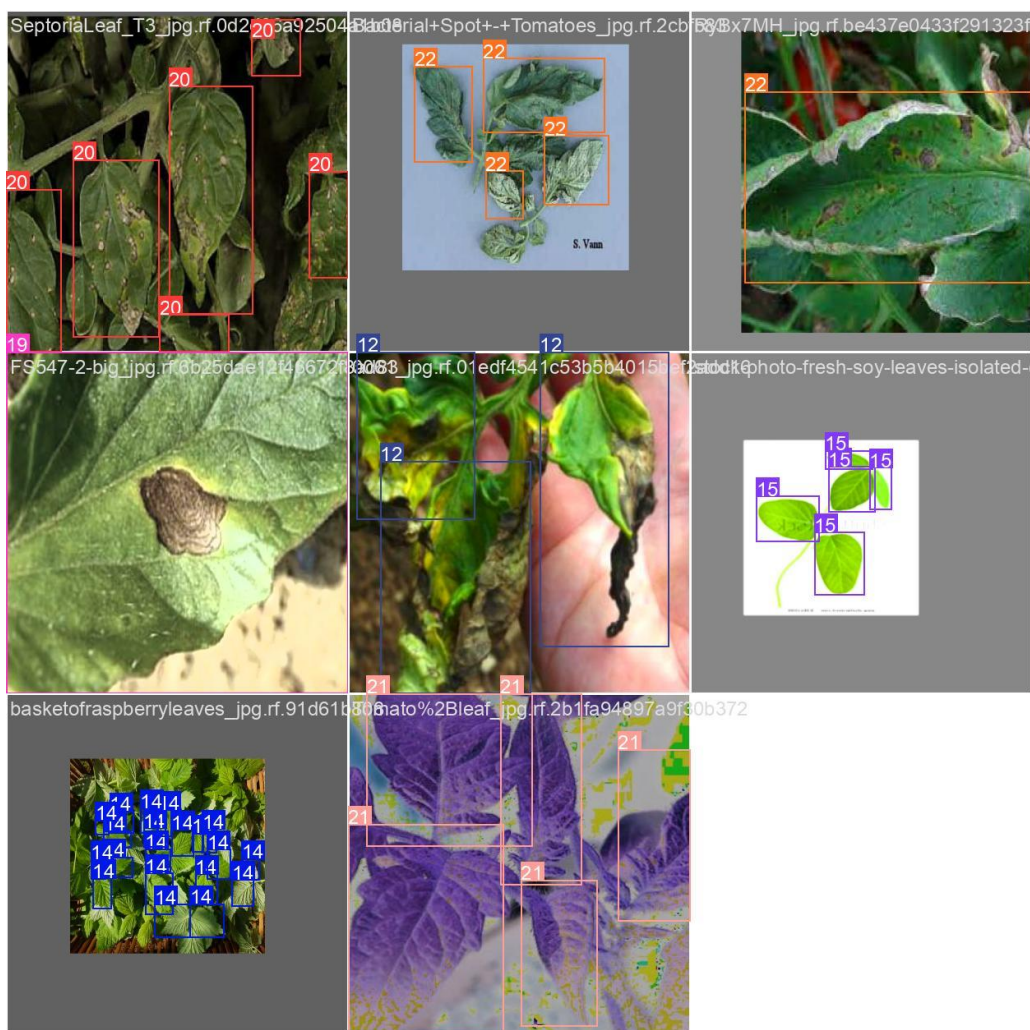
#### 4.1 หลักการทำงานของหุ่นยนต์



## 4.2 ประสิทธิภาพการตรวจสอบโรคของ AI



รูปที่ 4.2.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพของ AI



รูปที่ 4.2.2 รูปภาพที่ label โรคพืชโดย AI

#### 4.3 ผลทดสอบการใช้งานหุ่นยนต์