ระดับโครงการ

กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

รายงานผลสัมฤทธิ์สำหรับทุนสนับสนุนงานพื้นฐาน (Fundamental Fund)

ปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

หน่วยงาน กรมวิชาการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

รายงานโครงการวิจัย

ออกแบบ และพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM

Design and Development of a Remote Control System for Orchid Pests and Precision Application of Chemicals in an IPM System

หัวหน้าโครงการวิจัย

นายตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์

Tinnasit Kaisinburasak

ปี 2564

บทสรุปผู้บริหาร

เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญและมีการระบาดตลอดทั้งปี โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย และระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดความผิดพลาดจากการตรวจสอบโดยแรงงานคน และลดต้นทุนการจ้างแรงงานคนพ่นสารเคมี รวมถึงลดปริมาณการใช้สารเคมี ตามระบบการบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management : IPM) เมื่อทำการทดสอบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ รวมถึงระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติกับกล้วยไม้สกุลหวายในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม พบว่า เครื่องต้นแบบมีจุดเด่นในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้แม่นยำกว่าแรงงานคน 5.3% และ 4.8% ตามลำดับ รวมถึงใช้เวลาในการตรวจสอบน้อยกว่าเฉลี่ย 28.27 วินาทีต่อก้อน นอกจากนี้มีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีสูงกว่าแรงงานคน 4.02% และมีปริมาณการใช้สารเคมี รวมถึงเวลาในการฉีดพ่นสารเคมีน้อยกว่าเฉลี่ย 48.04 ลิตร/ไร่ และ 5.13 นาที ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน ซึ่งศูนย์วิจัยต่างๆของกรมวิชาการเกษตร หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ บริษัทเอกชน เกษตรกร และกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย ทั้งตัดดอกเพื่อส่งขายภายในประเทศ หรือส่งออกต่างประเทศ สามารถนำระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ และระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย ไปใช้งานในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ของตนเองได้ เนื่องจากสามารถถอดประกอบในแต่ละชิ้นส่วนได้ง่าย สายไฟ และชุดควบคุมต่างๆทำกล่องเก็บเป็นชิ้นส่วน สามารถต่อขั้วสายไฟใช้งานได้ทันที การใช้งานไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน ผู้ใช้สามารถใช้เม้าส์เลือกพิกัดของดอกกล้วยไม้ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระบบจะทำการตรวจสอบและแสดงผลแบบ Real time นอกจากนี้สามารถเก็บข้อมูลผ่าน SD card เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับดูแนวโน้มการระบาดของเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในแปลงของตน ซึ่งช่วยให้ผู้เพาะปลูกกล้วยไม้สกุลหวายสามารถป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงลดต้นทุนการใช้สารเคมีจากระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ ส่งผลให้ดอกกล้วยไม้สกุลหวายมีคุณภาพดีและเพิ่มราคาผลผลิต

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญและมีการระบาดตลอดทั้งปี โครงการวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย และระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย ทำการทดสอบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้กับกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คนที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ พบว่าเครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน ส่วนระบบควบคุมการพ่นสารเคมี ทำการทดสอบกับกล้วยไม้สกุลหวายบนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ อ.เมือง จ.นครปฐม เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน พบว่า เครื่องมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 92.12% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีเฉลี่ย 88.10% ปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที โดยระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีราคา 183,800 บาท ค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่

คำสำคัญ: ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ กล้วยไม้สกุลหวาย

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Thrips and Orchid midge were major insect pests of Dendrobium orchid crops which could disperse every year. The prototype had two major parts. Part I was a mechanism of detection for thrips and orchid midge. Part II was a mechanism of spraying the chemical. Part I was tested with orchid in an orchid greenhouse 30 clumps Dendrobium Mueang district, Nakhon Pathom province as compared to a human labor. The experimental results showed that the efficacy of detection for thrips was 81.1%, the efficacy of detection for orchid midge was 88.1% and the average time of detection was 25.10 second/clump which were detected by the prototype, the efficacy of detection for thrips was 75.8%, the efficacy of detection for orchid midge was 83.3% and the average time of detection was 53.37 second/clump which were detected by a human labor. Part II was tested with Dendrobium orchid in an orchid greenhouse 1,240 square meter Mueang district, Nakhon Pathom province as compared to human labors. The experimental results showed that the decision for spraying was 92.12%, the quantity of chemical was 120.66 liter/rai and the time of spraying was 69.12 minutes which were sprayed by the prototype, the decision for spraying was 88.10%, the quantity of chemical was 168.70 liter/rai and the time of spraying was 74.25 minutes which were sprayed by the human labors. The cost of a Spraying Chemical Automatic Control System was 183,800 baht at hiring cost of 200 baht per rai for Spraying Chemical Automatic Control System operated at 8 hours per day for working, the Break Even point was 307.61 rais.

Keywords: A Detecting System for Thrips and Orchid Midge, A Spraying Chemical Automatic Control System, Dendrobium orchid

กรมวิชาการเกษตร

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการสร้างเครื่องต้นแบบ และสวนกล้วยไม้ชาณธนิต อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดสอบเครื่องต้นแบบ

ขอบคุณช่างของกลุ่มสร้างและผลิต สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำในการสร้าง และแก้ไขเครื่องขณะมีปัญหาระหว่างการทดสอบซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำโครงการวิจัยนี้ ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ที่เป็นผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

คณะผู้วิจัย

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	1
บทคัดย่อ	2
Abstract	3
กิตติกรรมประกาศ	4
สารบัญ	5
สารบัญภาพ	6
สารบัญตาราง	7
บทที่ 1 บทนำ	8
บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน	11
บทที่ 3 ผลการศึกษา	14
บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล	25
เอกสารอ้างอิง	27
ภาคผนวก ก	44
ภาคผนวก ข	46
ภาคผนวก ค	47

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
	การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย	
1	ภาพฉาย 2 มิติ Orthographic ของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้	32
2	ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ติดตั้งในโรงเรือน	33
3	การติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวของแขนกล	33
4	การเคลื่อนที่ของแขนกล 4 แกน	34
5	หลักการทำงานของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้	34
6	หลักการวิเคราะห์ และตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้	35
7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง accuracy และรอบของการฝึกสอน	35
8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Loss และรอบของการฝึกสอน	36
	การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ	
9	โครงสร้างและส่วนประกอบของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้	38
10	ระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ติดตั้งในโรงเรือน	39
11	วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด	39
12	หลักการทำงานของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้	40
13	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 1	40
14	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 2	41
15	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 3	41
16	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 4	42
17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงกับค่าจากการตรวจเพลี้ยไฟโดยเครื่องและแรงงานคน	42
18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงกับค่าจากการตรวจช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดยเครื่องและแรงงานคน	43
19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการตรวจกล้วยไม้แต่ละก้อนของเครื่องและแรงงานคน	43
20	แสดงจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	44

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
	การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย	
1	ผลการทดสอบค่าตัววัด Precision Recall และ F-Measure สำหรับการจำแนกภาพ	30
2	ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน	30
3	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย	31
	การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ	
4	ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน	36
5	ผลการทดสอบการตัดสินใจพ่นสารเคมี และการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam โดยเครื่องเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน	37
6	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย	38

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 1 บทนำ

1. วิสัยทัศน์ และพันธกิจของหน่วยงาน

วิสัยทัศน์

กรมวิชาการเกษตรเป็นองค์กรที่เป็นเลิศด้านการวิจัยและพัฒนาด้านพืช เครื่องจักรกลการเกษตร และเป็นศูนย์กลางรับรองมาตรฐานสินค้าเกษตรด้านพืชในระดับสากล บนพื้นฐานการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

พันธกิจ

1. สร้างและถ่ายทอดองค์ความรู้จากงานวิจัยด้านพืชและเครื่องจักรกลการเกษตร สู่กลุ่มเป้าหมาย
2. กำหนดและกำกับดูแลมาตรฐานระบบการผลิตและผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต พัฒนาระบบตรวจรับรองสินค้า การเกษตรด้านพืชให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล
3. อนุรักษ์และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพด้านพืช แมลง และจุลินทรีย์
4. กำกับ ดูแล และพัฒนากฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

2. ยุทธศาสตร์ชาติที่สอดคล้องกับแผนปฏิบัติงานด้าน ววน. ของหน่วยงาน

☐ ยุทธศาสตร์ที่ 1 ด้านความมั่นคง

เพื่อบริหารจัดการสภาวะแวดล้อมของประเทศให้มีความมั่นคง ปลอดภัย และมีความสงบเรียบร้อยในทุกระดับและทุกมิติ

☑ ยุทธศาสตร์ที่ 2 ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก

☐ ยุทธศาสตร์ที่ 3 ด้านพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์

คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ

และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม

☐ ยุทธศาสตร์ที่ 4 ด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม

สร้างความเป็นธรรม และลดความเหลื่อมล้ำในทุกมิติ กระจายศูนย์กลางความเจริญทางเศรษฐกิจและสังคม เพิ่มโอกาส

ให้ทุกภาคส่วนเข้ามาเป็นกำลังของการพัฒนาประเทศในทุกระดับ

กรมวิชาการเกษตร

❑ยุทธศาสตร์ที่ 5 ด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำนึงถึงความยั่งยืนของฐานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของประชาชนให้เป็นมิตร

ต่อสิ่งแวดล้อม ผ่านมาตรการต่างๆ ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลลัพธ์ต่อความยั่งยืน

❑ยุทธศาสตร์ที่ 6 ด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

การปรับเปลี่ยนภาครัฐ ยึดหลัก "ภาครัฐของประชาชนเพื่อประชาชนและประโยชน์ส่วนรวม"

3. วงเงินงบประมาณกองทุน ววน. ที่ได้รับจัดสรรในปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 และโปรดระบุแผนงาน/ โครงการให้สอดคล้องกับโปรแกรมของแผน ววน.

โปรแกรมตามแผน ววน.	ชื่อแผนงานที่ได้รับอนุมัติ	งบประมาณ (บาท)
P10. ยกระดับความสามารถการแข่งขันและวางรากฐานทางเศรษฐกิจ	โครงการวิจัยออกแบบ และพัฒนาชุดระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM	856,000

4. รายละเอียดโครงการ

ที่มาและความสำคัญ/หลักการและเหตุผล

ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้คือปัญหาด้านแมลงศัตรูพืช สำหรับแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ ซึ่งมีการระบาดตลอดทั้งปี โดยเกษตรกรจะคอยตรวจดูการแพร่ระบาดทุก 5 วัน เมื่อพบจะทำการพ่นสารเคมีเพื่อกำจัด โดยพ่นทั่วทั้งโรงเรือน เพื่อให้มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างมีเหตุผล และไม่ให้มีการใช้เกินความจำเป็น จึงมีการนำระบบการบริหารศัตรูพืช (Integrated Pest Management : IPM) มาใช้ประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชเพื่อตัดสินใจในการพ่นสารเคมีโดยพ่นทั่วทั้งโรงเรือนหลังจากการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชซึ่งมีค่าเกินกว่าระดับการตัดสินใจที่กำหนด ซึ่งการบริหารศัตรูกล้วยไม้โดยการประเมินศัตรูพืชแบบตรวจพบและแบบตรวจนับทุก 5 วัน สามารถสามารถลดปริมาณการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชลงได้ถึง 24.16% และ 77.65% ตามลำดับ (ศรีจำนรรจ์และคณะ, 2559) การตรวจหาศัตรูกล้วยไม้โดยการประเมินศัตรูพืชแบบตรวจนับทั้งเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เกษตรกรจะตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในสถานการณ์ที่เริ่มมีการระบาดแล้ว สำหรับนักกีฏวิทยาจะตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้ก่อนการระบาด แต่วิธีการ และเครื่องมือในการตรวจค่อนข้างซับซ้อนและอาจเกิดความผิดพลาดเนื่องจากอาการอ่อนล้า และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละบุคคล เมื่ออบรมวิธีการตรวจให้กับเกษตรกร พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่สามารถนำวิธีการตรวจประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชในแปลงได้ จึงละเลยการปฏิบัติขั้นตอนดังกล่าวทำให้เกษตรกรมีการตัดสินใจในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบเดิมๆ จึงไม่สามารถลดปริมาณการใช้

กรมวิชาการเกษตร

สารป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ได้อย่างมีประสิทธิผลเท่าที่ควร งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความแม่นยำทางการเกษตร ร่วมกับระบบการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืชตามระบบการบริหารศัตรูพืช (IPM) โดยมุ่งเป้าหมายไปยังความแม่นยำในการประเมินสถานการณ์การระบาดของเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้สกุลหวาย เพื่อตัดสินใจในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยออกแบบ และสร้างระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ช่อดอกกล้วยไม้ รวมถึงออกแบบ และสร้างระบบพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติที่นำข้อมูลจากการตรวจพบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้มาประมวลผลเพื่อตัดสินใจพ่นสารเคมีตามหลัก IPM เมื่อค่าตรวจพบเกินกว่าค่า SET POINT ที่กำหนด การพ่นสารเป็นแบบหมุนเวียนตามกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ รวมถึงมีความสม่ำเสมอในการพ่น

วัตถุประสงค์ของโครงการ

ออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย เพื่อประเมินการตัดสินใจในการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติตามระบบ IPM

ขอบเขตการศึกษา

โรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายที่ใช้ทดสอบเครื่องต้นแบบระบบตรวจสอบแมลงศัตรูสำคัญในกล้วยไม้เพื่อควบคุมการให้สารเคมีตามระบบ IPM เป็นโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ที่มีสภาวะแวดล้อมปลูกจริงของสวนกล้วยไม้ชาณธนิต อ.เมือง จ.นครปฐม กล้วยไม้ในโรงเรือนมีดอกบานประมาณ 3 ใน 4 ของจำนวนดอกทั้งช่อ

นิยามศัพท์

SPWM	=	ตัวควบคุมแบบ Servo Pulse Width Modulation
Delay Time	=	ช่วงเวลาที่ใช้ในการตอบสนองของระบบตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเอาต์พุตมีค่าเป็น 50% ของค่าอินพุตอ้างอิง
Rise Time	=	ช่วงเวลาตั้งแต่เอาต์พุตมีค่าเป็น 10% จนถึง 90% ของค่าอินพุตอ้างอิง
Setting Time	=	ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งการแกว่งของเอาต์พุตลดลงอยู่ในขอบเขตที่กำหนด โดยปกติแล้วขอบเขตนี้จะอยู่ในช่วง 5%
Response Time	=	ช่วงเวลาตอบสนองของระบบตั้งแต่เวลาเริ่มต้นจนกระทั่งถึงค่าอ้างอิง
Overshoot (OS)	=	หรือ ค่าพุ่งเกิน เป็นค่า error ที่มากที่สุดระหว่างอินพุต และเอาต์พุต ค่านี้จะใช้ในการประมาณความเสถียรของระบบ ค่า Overshoot จะวัดเป็นสัดส่วนเทียบกับค่าสุดท้ายหรือค่าอินพุตอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 2 วิธีการดำเนินงาน

การทดลองที่ 1: ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย ทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้

การทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ทดสอบความสามารถในการแยกชนิดของภาพโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ออกแบบ ข้อมูลที่ใช้เป็นภาพถ่ายในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายจำนวน 840 ภาพ แต่ละภาพมีขนาด 128x128 พิกเซล แบ่งเป็น 2 หมวด คือ เพลี้ยไฟ และอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้ และใช้ 672 ภาพในการฝึกสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้เป็นจำนวน 100 รอบ ส่วน 168 ภาพใช้ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ตัววัดที่ใช้ในการประเมินแบบจำลอง คือ Precision Recall และ F-Measure (ตะวันส่องแสง, 2561)

2) ทดสอบความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน กระทำโดยคัดเลือกกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน (วัสดุปลูกกล้วยไม้เรียกเป็นก้อน) โดยก่อนการทดสอบผู้ทดสอบจะเลือกสุ่มกล้วยไม้บางก้อนแล้วใส่เพลี้ยไฟลงไปในช่อดอกกล้วยไม้ และเลือกกล้วยไม้ที่มีอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้ รวมถึงกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีแมลงศัตรูพืชมาใช้ทดสอบ ซึ่งผู้ทดสอบจะทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่ากล้วยไม้ก้อนใดมีเพลี้ยไฟจำนวนกี่ตัว ตำแหน่งการทำลายจากบั่วกล้วยไม้กี่ตำแหน่ง และกล้วยไม้ก้อนใดมีความสมบูณ์ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการตรวจสอบและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น กล้วยไม้แต่ละก้อนวางเรียงต่อกันในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย โดยจัดแบ่งเป็น 2 ชุด สำหรับการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง และแรงงานคน

3) การตรวจสอบโดยใช้เครื่อง ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้จะทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2) เมื่อกล้องตรวจสอบอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของดอกกล้วยไม้ หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของเครื่อง ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

4) การตรวจสอบโดยใช้แรงงานคน จะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2) หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของแรงงานคน ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

โรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายที่ใช้ในการทดสอบนี้เป็นโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ของสวนกล้วยไม้ชาณธนิต อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยระหว่างการทดสอบจะให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้สกุลหวายจำนวน 10 ราย และนักวิชาการเกษตรของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ร่วมกันพิจารณา

กรมวิชาการเกษตร

สถานที่ทำการทดลอง สวนกล้วยไม้ชาญธนิต อำเภอเมือง จ.นครปฐม

ระยะเวลา ตุลาคม 2562 – กันยายน 2563

การทดลองที่ 2: พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

ทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

การทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1) ทดสอบการควบคุมอัตราฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวด้วยตัวควบคุมแบบ SPW ที่ออกแบบ โดยกำหนดให้อัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวฉีดคือ 120 ลิตร/ไร่ แขนกลเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.2 ม./วินาที ความกว้างในการฉีดพ่นของหัวฉีดทั้ง 4 หัว เฉลี่ย 0.5 ม. ที่ความสูงจากโครงหลังคาโรงเรือน 0.6 ม. ใช้เวลาในการฉีดพ่น 60 วินาที ตัวชี้วัดที่ใช้คือ อัตราการไหล (q) ในหน่วย ลิตร/นาที และอัตราการฉีดพ่นจริง (R) ในหน่วยลิตร/ไร่

2) ทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน กระทำโดยสุ่มกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน (วัสดุปลูกกล้วยไม้เรียกเป็นก้อน) มีช่อดอกทั้งหมด 60 ช่อดอก จากพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ โดยก่อนการทดสอบผู้ทดสอบจะทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ทำให้ทราบข้อมูลก่อนการทดสอบว่ากล้วยไม้ช่อใดมีเพลี้ยไฟจำนวนกี่ตัว ช่อใดที่ถูกบั่วกล้วยไม้เข้าทำลาย และกล้วยไม้ช่อใดมีความสมบูรณ์ เพื่อใช้เปรียบเทียบผลการตรวจสอบและค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น กล้วยไม้แต่ละก้อนที่ได้จากการสุ่มนำมาวางเรียงต่อกันในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายบริเวณพื้นที่สำหรับการตรวจสอบ โดยจัดแบ่งเป็น 2 ชุด สำหรับการตรวจสอบโดยใช้เครื่อง และแรงงานคน

3) การตรวจสอบโดยใช้เครื่อง ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้จะทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2) เมื่อกล้องตรวจสอบอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของดอกกล้วยไม้ หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของเครื่อง ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

4) เมื่อเครื่องต้นแบบทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เสร็จจะทำการตัดสินใจในการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัด โดยค่า SET POINT เป็นค่าที่ผู้ทดสอบป้อนเข้าไปในตัวเครื่อง กำหนดให้เพลี้ยไฟมีค่าไม่เกิน 12 ตัว ช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้มีค่าไม่เกิน 6 ช่อ ถ้าการตรวจพบเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่ว

กรมวิชาการเกษตร

กล้วยไม้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า SET POINT เครื่องต้นแบบจะทำการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram ในการกำจัดเพลี้ยไฟ และ thiamethoxam ในการกำจัดบั่วกล้วยไม้บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม.

5) จดบันทึกข้อมูลจากการฉีดพ่นสารเคมีของเครื่อง ได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี ปริมาณสารเคมีที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการพ่นสารเคมี

6) การตรวจสอบโดยใช้แรงงานคน จะใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ทำการตรวจสอบกล้วยไม้ที่ได้เตรียมไว้ในข้อ 2) หลังจากนั้นจดบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบของแรงงานคน ได้แก่ จำนวนเพลี้ยไฟ จำนวนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ค่าความผิดพลาดจากการตรวจสอบ และเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ

7) เมื่อแรงงานคนทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เสร็จจะทำการตัดสินใจในการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัด โดยใช้แรงงานคนจำนวน 4 คน ทำการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram ในการกำจัดเพลี้ยไฟ และ thiamethoxam ในการกำจัดบั่วกล้วยไม้บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม.

8) จดบันทึกข้อมูลจากการฉีดพ่นสารเคมีของแรงงานคน ได้แก่ ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี ปริมาณสารเคมีที่ใช้ และเวลาที่ใช้ในการพ่นสารเคมี

9) นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3) มาเปรียบเทียบกับขั้นตอนที่ 6) โดยใช้วิธีทดสอบทางสถิติ (T test)

โรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายที่ใช้ในการทดสอบนี้เป็นโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ของสวนกล้วยไม้ชาณธนิต อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม โดยระหว่างการทดสอบจะให้เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้สกุลหวายจำนวน 10 ราย และนักวิชาการเกษตรของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ร่วมกันพิจารณา

สถานที่ทำการทดลอง สวนกล้วยไม้ชาณธนิต อำเภอเมือง จ.นครปฐม

ระยะเวลา ตุลาคม 2563 – กันยายน 2564

3. การปรับแผนงบประมาณระหว่างปี

☑ ไม่มี ❑ มี ได้รับอนุมัติเมื่อวันที่..................... (โปรดแสดงหลักฐานในภาคผนวก)

❑ เปลี่ยนแปลงงบประมาณ โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง...

❑ เปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์/ผลผลิต โปรดอธิบายการเปลี่ยนแปลง..

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 3 ผลการศึกษา

3.1 ผลการดำเนินงานของโครงการ

การทดลองที่ 1: ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

1. โครงสร้าง และลักษณะจำเพาะของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้

ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ออกแบบและสร้างแสดงในภาพที่ 1 และ 2 ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือโครงสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกล แขนกล และกล้องดิจิทัลสำหรับใช้ในการตรวจสอบ โดยแขนกลสามารถเคลื่อนที่บนโครงผ่านล้อขับซึ่งทำจากพลาสติกแข็ง ส่วนโครงทำจากอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 50 x 100 มม. ความยาว 2,000 มม. จำนวน 4 ท่อน ความยาว 1,000 มม. จำนวน 4 ท่อน และอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 60 x 60 มม. สูง 1,000 มม. จำนวน 4 ท่อน ประกอบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่ละส่วนถูกยึดด้วยบานพับสามารถถอดประกอบได้

แขนกลประกอบด้วยโลหะทำจากแผ่นอลูมิเนียมและเชื่อมต่อเข้ากับมอเตอร์ทั้ง 4 ตัว มอเตอร์ที่ใช้เป็นเซอร์โวมอเตอร์ ส่วนปลายแขนกลติดตั้งโมดุลของกล้องดิจิทัล Sony A6000 ที่มีเลนส์ระยะ 18 -105 มม. แสดงในภาพที่ 3

การเคลื่อนที่ของแขนกลจะอยู่ภายใต้พื้นที่ 2 ตร.ม. ครอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 60 ก้อน มอเตอร์และกระปุกเกียร์ที่ใช้ในแขนกลมี 2 ขนาด โดยมอเตอร์ตัวที่ 1 2 และ 3 มีขนาดแรงบิด 5.8 นิวตัน-เมตร อัตราทดเกียร์ 1:20 ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 4 มีขนาดแรงบิด 2.2 นิวตัน-เมตร อัตราทดเกียร์ 1:25 มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 ใช้หมุนขับล้อขับผ่านเฟืองทดขนาด 1:1.5 ให้เคลื่อนที่ตามแกน Z_1 และ Z_2 ส่วนมอเตอร์ตัวที่ 3 ใช้หมุนขับสกรูโดยตรงให้เคลื่อนที่ตามแกน Z_3 และมอเตอร์ตัวที่ 4 ใช้หมุนขับข้อต่อให้หมุนตามแกน Z_4 โดยมอเตอร์ตัวที่ 1 2 และ 3 มีขนาดใหญ่กว่าและมีกำลังมากกว่าเพราะเป็นมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนแขนกลตามแนวแกนซึ่งมีน้ำหนักมากกว่า แสดงในภาพที่ 4

2. หลักการทำงานของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

หลักการทำงานของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย แสดงในภาพที่ 5 โดยเริ่มจากการโหลดซอฟต์แวร์ของ Camera และซอฟต์แวร์ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Python V.3 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ ส่วนโปรแกรมการเคลื่อนที่ของแขนกลที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Arduino 1.8.13 ถูกโหลดเข้าสู่บอร์ดควบคุม (Arduino Mega 2560) จากนั้นผู้ใช้งาน (User) จะเลือกกล้วยไม้ช่อที่ต้องการตรวจสอบจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ และ คอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลไปที่บอร์ดควบคุม (Arduino Mega 2560) ซึ่งจะทำการคำนวณพิกัด (x,y,z) ตำแหน่งมุม และตำแหน่งเคลื่อนที่ของแขนกล รวมถึงส่งสัญญาณควบคุมไปที่ชุดขับเคลื่อนแขนกล (Motor Drive) ให้แขนกลเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งดอกกล้วยไม้ที่ต้องการตรวจสอบ

กรมวิชาการเกษตร

คอมพิวเตอร์จะเริ่มทำการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ผ่านโปรแกรมตรวจสอบ โดยส่งสัญญาณสั่งงานผ่านบอร์ดควบคุมไปที่มอเตอร์สำหรับหมุนเพิ่มอัตรากำลังขยายของกล้องดิจิทัล เมื่อพบเป้าหมายคอมพิวเตอร์จะทำการวิเคราะห์ภาพที่พบโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมแบบ CNN และส่งสัญญาณสั่งงานผ่านบอร์ดควบคุมไปที่ชัตเตอร์ของกล้องเพื่อทำการถ่ายภาพ ภาพที่ได้จะถูกนำไปวิเคราะห์เพื่อนับจำนวนเพลี้ยไฟ และจำนวนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้เพื่อดูแนวโน้มการระบาดที่เกิดขึ้น

ส่วนการออกแบบ และพัฒนาระบบชุดคำสั่งเฉพาะสำหรับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้กระทำโดยการค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับอัลกอริทึมของระบบชุดคำสั่งเฉพาะได้แก่ ลักษณะของภาษาที่ใช้ในการเขียนชุดคำสั่งเฉพาะ ลักษณะของอัลกอริทึมที่เหมาะสมกับงาน โดยมีหลักการในการประมวลผลตามภาพที่ 6 กล้วยไม้ซึ่งถูกตรวจจากกล้องดิจิทัลโดยระบบตรวจสอบเริ่มใช้เทคนิคการเพิ่มอัตรากำลังขยายของกล้องแบบอัตโนมัติเพื่อขยายภาพเพลี้ยไฟซึ่งมีขนาดเล็ก ส่วนบั่วกล้วยไม้เข้าทำลายดอกกล้วยไม้จากภายในจึงเลือกภาพลักษณะการทำลายของบั่วกล้วยไม้ซึ่งแสดงว่ามีบั่วกล้วยไม้อยู่ เมื่อพบเป้าหมายคอมพิวเตอร์จะทำการแยก Classification ของภาพโดยใช้เทคนิคระบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบ CNN และถ่ายภาพส่งมาวิเคราะห์โดยใช้กระบวนการของ Image processing เพื่อนับจำนวนเพลี้ยไฟที่พบ และจำนวนตำแหน่งที่ถูกบั่วกล้วยไม้เข้าทำลายไปแสดงผลในหน้าจอ text box บนคอมพิวเตอร์ กรณีที่ตรวจไม่พบจะส่งข้อมูลไปแสดงผลในหน้าจอ text box เช่นเดียวกันพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลลง SD card ในคอมพิวเตอร์

3. ผลการทดสอบความสามารถในการแยกชนิดของภาพโดยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ออกแบบ

ในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันโดยกำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์เรียนรู้จำนวน 100 รอบ พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนรอบในการฝึกสอนความแม่นยำในการทำนายภาพจะสูงขึ้นแสดงในภาพที่ 7 จากกราฟจะเห็นว่ารอบที่ 60-100 ค่าความแม่นยำในการทำนายภาพเริ่มคงที่ มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ส่วนค่า Loss เริ่มคงที่ ไม่ลดลงที่รอบ 60 ทั้งชุดฝึกสอนและชุดทดสอบแสดงในภาพที่ 8 โดยกราฟเส้นทึบแสดงค่าความแม่นยำจากชุดฝึกสอนมีค่า 91.26% ซึ่งมากกว่าค่าความแม่นยำที่ได้จากชุดทดสอบที่มีค่า 82.06% เมื่อนำแบบจำลองมาคำนวณค่า Precision Recall และ F-Measure จะได้ผลลัพธ์แสดงในตารางที่ 1 โดยแบบจำลองสามารถทำนายลักษณะการทำลายจากบั่วกล้วยไม้มีค่าความแม่นยำ 78% และเพลี้ยไฟมีค่าความแม่นยำ 86%

ประสิทธิภาพของแบบจำลองนอกจากจะดูที่ค่าความแม่นยำในการทำนายภาพแล้ว จะดูที่ค่า Overfitting ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่แบบจำลองทำนายได้ดีมากในขั้นตอนของการสอน (Training data) แต่เมื่อนำแบบจำลองนั้นไปทำงานกับข้อมูลที่ต้องการทดสอบ (Testing data) ประสิทธิภาพในการทำนายต่ำมาก ซึ่งเป็นข้อมูลที่แบบจำลองไม่เคยเห็นมาก่อน และปัญหาจากการที่มีข้อมูลไม่เพียงพอในการฝึกสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ โดยค่า

กรมวิชาการเกษตร

loss ทั้งชุดฝึกสอนและชุดทดสอบไม่ลดลงหรือเพิ่มขึ้นหลังจากรอบที่ 60 แสดงว่าไม่เกิด Overfitting จนเกินไป สำหรับแบบจำลองนี้ฝึกสอน 60 รอบเพียงพอ

4. ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

ผลการทดสอบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้โดยทำการตรวจสอบกล้วยไม้ทั้งหมด 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้ระบบเปิดสภาวะแวดล้อมปลูกจริงเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบแสดงในตารางที่ 2 พบว่า เพลี้ยไฟจำนวน 132 ตัว เครื่องตรวจพบ 107 ตัว ตรวจไม่พบ 25 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 18.9% แรงงานคนตรวจพบ 100 ตัว ตรวจไม่พบ 32 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 24.2% ส่วนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้จำนวน 42 ตำแหน่ง เครื่องตรวจพบ 37 ตำแหน่ง ตรวจไม่พบ 5 ตำแหน่ง คิดเป็นความผิดพลาด 11.9% แรงงานคนตรวจพบ 35 ตำแหน่ง ตรวจไม่พบ 7 ตำแหน่ง คิดเป็นความผิดพลาด 16.7% โดยเครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 753 วินาที หรือ 12.6 นาที เฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน และแรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 1,601 วินาที หรือ 26.7 นาที เฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน เครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 9 นานที่สุด 29 วินาที มีค่าความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 2 ตัว และตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้สูงสุด 1 ตำแหน่ง ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 และ 15 ใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 20 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เช่นเดียวกับแรงงานคนที่ใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 9 นานที่สุด 76 วินาที มีค่าความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 1 ตัว ไม่มีความผิดพลาดจากการตรวจตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 แรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 41 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ โดยกล้วยไม้ก้อนที่ 9 เป็นกล้วยไม้ที่มีลักษณะพันกัน กลีบดอกซ้อนกัน ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 และ 15 เป็นกล้วยไม้ที่มีช่อดอกตั้งตรง กลีบดอกไม่ซ้อนกัน

เมื่อพิจารณาจากค่าความผิดพลาด เวลาในการตรวจสอบ และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ พบว่าในช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า สาเหตุเกิดจากแรงงานคนสามารถตรวจเพลี้ยไฟที่หลบอยู่ตามซอกเหลือบของกลีบดอกหรือบริเวณที่ซ้อนทับกันของกลีบดอกได้โดยใช้มือ แต่เครื่องไม่มีระบบกลไกในการแหวกกลีบดอก ส่วนตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้เครื่องสามารถตรวจสอบโดยมีค่าความผิดพลาดเท่ากับแรงงานคน แต่ไม่พบบางตำแหน่งในกล้วยไม้ก้อนที่ 9 และ 18 เนื่องจากรูปร่างของดอกตูมที่เกิดจากการทำลายของบั่วกล้วยไม้มีการบิดเบี้ยวน้อยมาก แต่เครื่องสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้จากการฝึกสอนให้กับแบบจำลองซึ่งจะทำให้การตรวจมีความแม่นยำมากขึ้น การตรวจเพลี้ยไฟโดยแรงงานคนเริ่มมีค่าความผิดพลาดมากกว่าการตรวจโดยเครื่องเมื่อตรวจกล้วยไม้ตั้งแต่ก้อนที่ 22 ขึ้นไป โดยมีค่าความผิดพลาดจากการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 6 ตัว ที่กล้วยไม้ก้อนที่ 30 เช่นเดียวกับการตรวจตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ที่มีค่าความผิดพลาดมากกว่าการ

กรมวิชาการเกษตร

ตรวจโดยเครื่องตั้งแต่กล้วยไม้ก้อนที่ 25 ขึ้นไป ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดจากการตรวจโดยแรงงานคนเพิ่มขึ้นเนื่องจากอาการอ่อนล้า แตกต่างจากเครื่องซึ่งความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ และใช้เวลาในการตรวจสอบรวดเร็วกว่า เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การตรวจกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดยเครื่องและแรงงานคนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จะแตกต่างกันเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น

ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายสามารถตรวจสอบครอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้จำนวน 60 ก้อนในโรงเรือน มีค่าใช้จ่ายในการสร้างแสดงในตารางที่ 3

การทดลองที่ 2: พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

1. โครงสร้าง และลักษณะจำเพาะของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ติดตั้งในโรงเรือน

ระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ออกแบบและสร้างแสดงในภาพที่ 9 และ 10 ประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือโครงสำหรับการเคลื่อนที่ของแขนกลพ่นสารเคมี แขนกลพ่นสารเคมี และระบบฉีดพ่นสารเคมี โดยแขนกลพ่นสารเคมีสามารถเคลื่อนที่บนโครงผ่านล้อขับซึ่งทำจากพลาสติกแข็ง ส่วนโครงทำจากอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 20 มม. ความยาว 800 ม. จำนวน 2 ท่อน โครงเคลื่อนที่ยึดกับโครงหลังคาโรงเรือนด้วยอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. สูง 100 มม. จำนวน 14 ท่อน

แขนกลประกอบด้วยโลหะทำจากแผ่นอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 50 x 100 มม. ความยาว 1,500 มม. จำนวน 1 ท่อน เชื่อมต่อเข้ากับแผ่นอลูมิเนียมพื้นที่หน้าตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 20 x 20 มม. ความยาว 500 มม. จำนวน 1 ท่อน ส่วนปลายแขนกลติดตั้งมอเตอร์ 1 ตัว มอเตอร์ที่ใช้เป็นเซอร์โวมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนล้อขับขนาดแรงบิด 30.5 นิวตัน-เมตร และมีเอ็นโค้ดเดอร์ตำแหน่งเชิงเส้น (Linear Position Encoder) 2 ตัว เป็นตัวบอกตำแหน่งสิ้นสุดการเคลื่อนที่ และตำแหน่งเริ่มการฉีดพ่น บริเวณหัวจับติดตั้งแขนบูมพ่นสารเคมีความยาว 600 มม. ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว แต่ละหัวฉีดมีระยะห่างกัน 200 มม. โดยแขนกลสามารถเคลื่อนที่ฉีดพ่นสารเคมีคลอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ทั้งหมด 1,240 ตร.ม. หรือ 0.78 ไร่

ระบบฉีดพ่นประกอบด้วยถังใส่สารเคมีจำนวน 50 ลิตร ปั๊มพ์ไดอะแฟรม (อัตราการไหล 5-7 ล./นาที ความดันสูงสุด 0.70 เมกกะปาสคาล) วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด แสดงในภาพที่ 11 และชุดควบคุมระบบฉีดพ่น โดยปั๊มพ์จะส่งน้ำยาสารเคมีผ่านวาล์วสามทางไปตามท่อจนถึงวาล์วโซลินอยด์และหัวฉีด ส่วนชุดควบคุมทำหน้าที่ควบคุมการฉีดพ่นผ่านระบบเฟืองทดหัวฉีดขับเคลื่อนด้วยเซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 0.85 นิวตัน-เมตร และควบคุมความดันของระบบผ่านวาล์วสามทาง

2. หลักการทำงานของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ติดตั้งในโรงเรือน

กรมวิชาการเกษตร

หลักการทำงานของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้แสดงในภาพที่ 12 เริ่มจากการโหลดซอฟต์แวร์ควบคุมการฉีดพ่นสารเคมีที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Arduino 1.6.9 เข้าสู่คอมพิวเตอร์ จากนั้นผู้ใช้งาน (User) จะตั้งค่า SET POINT เป็นจำนวนเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ตรวจพบจากซอฟต์แวร์ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม Python V.3 ระบบจะเริ่มการฉีดพ่นสารเคมีเมื่อการตรวจพบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่า SET POINT โดยคอมพิวเตอร์ทำการรันโปรแกรมเข้าชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino nano) จากนั้นชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุมชุดแรกผ่านรีเลย์ไปที่ชุดขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์สำหรับขับเคลื่อนล้อขับทำให้แขนกลเคลื่อนที่ตามแกนสำหรับฉีดพ่นสารเคมีกล้วยไม้โดยรอบ เมื่อแขนกลเคลื่อนที่ผ่านเอ็นโค้ดเดอร์ตำแหน่งเชิงเส้นตัวที่ 1 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุมชุดที่สองผ่านรีเลย์ไปเปิดวาล์วโซลินอยด์สำหรับเปิดหัวฉีดพ่นสารเคมีทั้ง 4 หัว ระหว่างการฉีดพ่นสารเคมีชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุมชุดที่สามผ่านรีเลย์ไปควบคุมการทำงานของวาล์วสามทางเพื่อควบคุมความดันของระบบ ถ้าความดันของระบบสูงกว่าที่ตั้งค่าจะเปิดทางออกของวาล์วสามทางเพื่อลดความดัน ถ้าความดันต่ำกว่าที่ตั้งค่าจะเปิดทางเข้าของวาล์วสามทางเพื่อเพิ่มความดัน หลังจากแขนกลเคลื่อนที่ผ่านเอ็นโค้ดเดอร์ตำแหน่งเชิงเส้นตัวที่ 2 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณควบคุมชุดที่สี่ผ่านรีเลย์ไปปิดวาล์วโซลินอยด์สำหรับปิดหัวฉีดพ่นสารเคมีทั้ง 4 หัว และหยุดการเคลื่อนที่ของแขนกล

3. ผลการทดสอบการควบคุมอัตราฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวด้วยตัวควบคุมแบบ SPW ที่ออกแบบ

กำหนดให้อัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวฉีดคือ 120 ลิตร/ไร่ ดังนั้นอัตราการไหลของแต่ละหัวฉีดที่บอร์ดควบคุมคำนวณคือ 7.5 ลบ.ซม./วินาที บอร์ดควบคุมคำนวณค่าSPW แต่ละหัวฉีดดังนี้

หัวฉีด 1

SPW = (1.0e+02)(4.9828 + 3.5572i), (1.0e+02)(4.9828 - 3.5572i) และ (1.0e+02)(0.0344 + 0.0000i)

หัวฉีด 2

SPW = (1.0e+02)(5.9196 + 1.3910i), (1.0e+02)(5.9196 - 1.3910i) และ (1.0e+02)(0.1608 + 0.0000i)

หัวฉีด 3

SPW = (1.0e+02)(5.0010 + 3.3571i), (1.0e+02)(5.0010 - 3.3571i) และ (1.0e+02)(-0.0021 + 0.0000i)

หัวฉีด 4

SPW = (1.0e+02)(6.7526 + 1.6604i), (1.0e+02)(6.7526 - 1.6604i) และ (1.0e+02)(-0.1719 + 0.0000i)

สำหรับการควบคุม SPW เลือกใช้ค่า SPW ที่คำนวณได้ 1 ค่าของแต่ละหัวฉีด สำหรับหัวฉีดที่ 1 ใช้ค่า SPW = (1.0e+02)(4.9828 + 3.5572i) มีความถี่ 10 Hz แอมพลิจูด 2.8 duty cycle 55% ผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ควบคุม servo motor สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลา พบว่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 0 โวลต์ จนถึง 2.8 โวลต์ ใช้ช่วงเวลา Response Time = 9 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Delay Time = 5 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Rise Time = 3 มิลลิวินาที และช่วงเวลา Setting Time = 7 มิลลิวินาที ไม่เกิด

กรมวิชาการเกษตร

ค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ขึ้น แสดงในภาพที่ 13 วัดอัตราการไหล (q) ตามขั้นตอน 2.2.1) = 7.53 ลบ.ซม./วินาที หรือ 0.45 ลิตร/นาที และคำนวณอัตราการฉีดพ่นจริง (R) = 120.44 ลิตร/ไร่

หัวฉีดที่ 2 ใช้ค่า SPW = (1.0e+02)(5.9196 + 1.3910i) มีความถี่ 10 Hz แอมพลิจูด 4.1 duty cycle 60% ผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ควบคุม servo motor สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลา พบว่า แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 0 โวลต์ จนถึง 4.1 โวลต์ ใช้ช่วงเวลา Response Time = 7 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Delay Time = 4 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Rise Time = 3 มิลลิวินาที และช่วงเวลา Setting Time = 6 มิลลิวินาที ไม่เกิดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ขึ้น แสดงในภาพที่ 14 วัดอัตราการไหล (q) ตามขั้นตอน 2.2.1) = 7.55 ลบ.ซม./วินาที หรือ 0.45 ลิตร/นาที และคำนวณอัตราการฉีดพ่นจริง (R) = 120.76 ลิตร/ไร่

หัวฉีดที่ 3 ใช้ค่า SPW คือ (1.0e+02)(5.0010 + 3.3571i) มีความถี่ 10 Hz แอมพลิจูด 3.3 duty cycle 50% ผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ควบคุม servo motor สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลา พบว่า แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 0 โวลต์ จนถึง 3.3 โวลต์ ใช้ช่วงเวลา Response Time = 10 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Delay Time = 7 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Rise Time = 5 มิลลิวินาที และช่วงเวลา Setting Time = 8 มิลลิวินาที ไม่เกิดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ขึ้น แสดงในภาพที่ 15 วัดอัตราการไหล (q) ตามขั้นตอน 2.2.1) = 7.53 ลบ.ซม./วินาที หรือ 0.45 ลิตร/นาที และคำนวณอัตราการฉีดพ่นจริง (R) = 120.52 ลิตร/ไร่

หัวฉีดที่ 4 ใช้ค่า SPW คือ (1.0e+02)(6.7526 + 1.6604i) มีความถี่ 10 Hz แอมพลิจูด 4.5 duty cycle 65% ผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ควบคุม servo motor สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลา พบว่า แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจาก 0 โวลต์ จนถึง 4.5 โวลต์ ใช้ช่วงเวลา Response Time = 8 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Delay Time = 5 มิลลิวินาที ช่วงเวลา Rise Time = 3 มิลลิวินาที และช่วงเวลา Setting Time = 7 มิลลิวินาที ไม่เกิดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ขึ้น แสดงในภาพที่ 16 วัดอัตราการไหล (q) ตามขั้นตอน 2.2.1) = 7.56 ลบ.ซม./วินาที หรือ 0.45 ลิตร/นาที และคำนวณอัตราการฉีดพ่นจริง (R) = 120.87 ลิตร/ไร่

การควบคุมอัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดทั้ง 4 หัว ด้วยด้วยตัวควบคุมแบบ SPW พบว่าผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่ใช้ควบคุม servo motor สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลามีความรวดเร็ว โดยช่วงเวลา Response Time มีค่าเฉลี่ย 8.5 มิลลิวินาที ไม่เกิดค่าพุ่งเกินขึ้น มีอัตราการฉีดพ่นเฉลี่ยทั้ง 4 หัว 120.65 ลิตร/ไร่ ค่าความผิดพลาดจากอัตราการฉีดพ่น 0.65 ลิตร/ไร่ สาเหตุเกิดจากความร้อนของวงจรไฟฟ้า แรงเสียดทานจากการหมุนเฟืองทดของ servo motor และสัญญาณรบกวนภายนอก ซึ่งเป็นภาวะปกติของการทำงานในสภาวะเปิด โดยค่าความผิดพลาดเกษตรกร และนักวิชาการเกษตรยอมรับได้ ดังนั้น ตัวควบคุมแบบ SPW ใช้งานได้ดี

4. ทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้โดยเริ่มจากการตรวจสอบกล้วยไม้ทั้งหมด 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการตรวจสอบ 1 คน แสดงในตารางที่ 4 พบว่า เพลี้ยไฟจำนวน 16 ตัว เครื่องตรวจพบ 14 ตัว ตรวจไม่พบ 2 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 12.5% แรงงานคนตรวจพบ 12 ตัว ตรวจไม่พบ 4 ตัว คิดเป็นความผิดพลาด 25% ส่วนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้จำนวน 15 ช่อ เครื่องตรวจพบ 14 ช่อ ตรวจไม่พบ 1 ช่อ คิดเป็นความผิดพลาด 6.7% แรงงานคนตรวจพบ 12 ช่อ ตรวจไม่พบ 3 ช่อ คิดเป็นความผิดพลาด 20% โดยเครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 738 วินาที หรือ 12.3 นาที เฉลี่ย 24.60 วินาทีต่อก้อน และแรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบทั้งหมด 1,481 วินาที หรือ 24.7 นาที เฉลี่ย 49.37 วินาทีต่อก้อน เครื่องใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 5 และ 19 นานที่สุด 29 วินาที ไม่มีความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 ใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 20 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เช่นเดียวกับแรงงานคนที่ใช้เวลาในการตรวจสอบกล้วยไม้ก้อนที่ 5 นานที่สุด 62 วินาที ไม่มีความผิดพลาดในการตรวจเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 แรงงานคนใช้เวลาในการตรวจสอบเร็วที่สุด 39 วินาที และเป็นกล้วยไม้ที่สมบูรณ์ไม่มีเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ โดยกล้วยไม้ก้อนที่ 5 เป็นกล้วยไม้ที่มีลักษณะพันกัน กลีบดอกซ้อนกัน ส่วนกล้วยไม้ก้อนที่ 4 เป็นกล้วยไม้ที่มีช่อดอกตั้งตรง กลีบดอกไม่ซ้อนกัน

เมื่อพิจารณาจากค่าความผิดพลาด เวลาในการตรวจสอบ และความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ พบว่า กล้วยไม้ก้อนที่ 1 – 16 การตรวจโดยแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า สาเหตุเกิดจากแรงงานคนสามารถตรวจเพลี้ยไฟที่หลบอยู่ตามซอกเหลือบของกลีบดอกหรือบริเวณที่ซ้อนทับกันของกลีบดอกได้โดยใช้มือ แต่เครื่องไม่มีระบบกลไกในการแหวกกลีบดอก ส่วนช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้เครื่องสามารถตรวจสอบโดยมีค่าความผิดพลาดใกล้เคียงกับแรงงานคน แต่ไม่พบบางตำแหน่งในกล้วยไม้ก้อนที่ 16 เนื่องจากรูปร่างของดอกตูมที่เกิดจากการทำลายของบั่วกล้วยไม้มีการบิดเบี้ยวน้อยมาก แต่เครื่องสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้จากการฝึกสอนให้กับแบบจำลองซึ่งจะทำให้การตรวจมีความแม่นยำมากขึ้น การตรวจเพลี้ยไฟโดยแรงงานคนเริ่มมีค่าความผิดพลาดมากกว่าการตรวจโดยเครื่องเมื่อตรวจกล้วยไม้ตั้งแต่ก้อนที่ 17 ขึ้นไป โดยมีค่าความผิดพลาดจากการตรวจเพลี้ยไฟสูงสุด 1 ตัว ที่กล้วยไม้ก้อนที่ 9 และ 13 เช่นเดียวกับการตรวจช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ที่มีค่าความผิดพลาดมากกว่าการตรวจโดยเครื่องตั้งแต่กล้วยไม้ก้อนที่ 25 ขึ้นไป (ภาพที่ 17 และ 18) แสดงให้เห็นว่าค่าความผิดพลาดจากการตรวจโดยแรงงานคนเพิ่มขึ้นเนื่องจากอาการอ่อนล้า แตกต่างจากเครื่องที่มีความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ และใช้เวลาในการตรวจสอบรวดเร็วกว่า (ภาพที่ 19) เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า การตรวจกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดย

กรมวิชาการเกษตร

เครื่องและแรงงานคนไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่จะแตกต่างกันเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น

ผลการทดสอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ภายหลังจากการตรวจสอบกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อน โดยการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam บนพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการฉีดพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน แสดงในตารางที่ 5 พบว่า การฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam สำหรับกำจัดบั่วกล้วยไม้กระทำหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 16 โดยเครื่องทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 17 คิดเป็นความผิดพลาด 6.25% ส่วนแรงงานคนไม่มีความผิดพลาด และการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram สำหรับกำจัดเพลี้ยไฟกระทำหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 21 โดยเครื่องทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 23 คิดเป็นความผิดพลาด 9.52% ส่วนแรงงานคนทำการฉีดพ่นสารเคมีหลังจากการตรวจกล้วยไม้ก้อนที่ 26 คิดเป็นความผิดพลาด 23.81% ปริมาณการใช้สารเคมี thiamethoxam และ spinetoram ของเครื่องโดยเฉลี่ย 120.67 ลิตร/ไร่ และ 120.65 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ ส่วนปริมาณการใช้สารเคมี thiamethoxam และ spinetoram ของแรงงานคนโดยเฉลี่ย 172.61 ลิตร/ไร่ และ 164.78 ลิตร/ไร่ ตามลำดับ เครื่องใช้เวลาในการฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam และ spinetoram 69.12 นาที รวมกับเวลาจากการตรวจสอบ 9.37 นาที (ตารางที่ 4) ดังนั้นเครื่องใช้เวลาในการตรวจและฉีดพ่นสารเคมี 78.49 นาที ส่วนแรงงานคนใช้เวลาในการฉีดพ่นสารเคมี thiamethoxam และ spinetoram 74.25 นาที รวมกับเวลาจากการตรวจสอบ 21.22 นาที (ตารางที่ 4) ดังนั้นแรงงานคนทั้ง 4 คนใช้เวลาในการตรวจและฉีดพ่นสารเคมี 95.47 นาที

เมื่อพิจารณาจากการตัดสินใจพ่นสารเคมี พบว่า อาการอ่อนล้าจากการตรวจสอบทำให้ค่าความผิดพลาดจากการตรวจโดยแรงงานคนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีลดลง ส่วนเครื่องมีความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ ทำให้ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีสูงกว่าแรงงานคนเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น ส่วนปริมาณการใช้สารเคมี spinetoram และ thiamethoxam ของเครื่องเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ มีค่าใกล้เคียง 120 ลิตร/ไร่ ซึ่งเป็นค่าที่ต้องการควบคุม แตกต่างจากแรงงานคนที่มีปริมาณการใช้สารเคมี spinetoram และ thiamethoxam เฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ สาเหตุเกิดจากแรงงานคนจำนวน 4 คนวางตำแหน่งในการพ่นสารเคมี และอัตราเร็วในการพ่นสารเคมีแตกต่างกัน ส่งผลให้มีการใช้สารเคมีปริมาณมากเกินความจำเป็น และเกิดการสิ้นเปลือง นอกจากนี้อัตราเร็วในการพ่นสารเคมีของเครื่องมีค่าคงที่ 0.2 ม./วินาที ส่งผลให้เครื่องใช้เวลาในการพ่นสารเคมีน้อยกว่าแรงงานคนจำนวน 4 คน 5.13 นาที

กรมวิชาการเกษตร

ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติสามารถฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam คลอบคลุมพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ 1,240 ตร.ม. ในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมีค่าใช้จ่ายในการสร้างแสดงในตารางที่ 6 และผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมแสดงในภาคผนวก ก

กรมวิชาการเกษตร

3.2 ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง (Output)

ผลผลิตตามคำรับรอง	จำนวน	หน่วยนับ	ผลผลิตที่เกิดขึ้นจริง	จำนวน	หน่วยนับ	รายละเอียดผลผลิต (พร้อมแนบหลักฐาน)	เชิงคุณภาพ
1. ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ	1	เรื่อง	ผลงานตีพิมพ์ระดับชาติ	1	เรื่อง	ระบบควบคุมแขนกล 4 แกน สำหรับตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย (ภาคผนวก ข)	วารสารวิชาการเกษตร (TCI ระดับ 1) เดือน ต.ค. 2564
2. การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ นำเสนอแบบปากเปล่า	1	เรื่อง	การประชุมเผยแพร่ผลงาน/สัมมนาระดับชาติ นำเสนอแบบปากเปล่า	1	เรื่อง	ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย (ภาคผนวก ข)	การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ระหว่างวันที่ 2-3 ธ.ค. 2563
3. ต้นแบบผลิตภัณฑ์ระดับภาคสนาม	2	ต้นแบบ	ต้นแบบผลิตภัณฑ์ระดับภาคสนาม	2	ต้นแบบ	1. ต้นแบบระบบตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ 2. ต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ (ภาคผนวก ค)	1. ต้นแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ แม่นยำกว่าแรงงานคน 5.3% และ 4.8% ตามลำดับ และใช้เวลาตรวจสอบน้อยกว่า 28.27 วินาทีต่อก้อน 2. ต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ มีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีสูงกว่าแรงงานคน 4.02% และมีปริมาณการใช้สารเคมี รวมถึงเวลาในการฉีดพ่นสารเคมีน้อยกว่าเฉลี่ย 48.04 ลิตร/ไร่ และ 5.13 นาที ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการฉีดพ่นสารเคมีโดยแรงงานคนจำนวน 4 คน

3.3 ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง (Outcome) (ถ้ามี)

ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลลัพธ์
ผลงานตีพิมพ์ (Publications) จำนวน 2 เรื่อง	2564
ผลิตภัณฑ์ใหม่ (New products) จำนวน 1 ผลิตภัณฑ์	2564

*ผลลัพธ์ : ผลสำเร็จที่เกิดจากการนำผลผลิต (Output)ไปต่อยอด การเปลี่ยนรูปของผลผลิตไปสู่รูปแบบที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง หรือการเคลื่อนผลผลิตไปสู่กิจกรรมที่ต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (Change) ที่ปรากฏชัด และมีคุณค่าทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

3.4 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง (Impact) (ถ้ามี)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจริง	ปีที่เกิดผลกระทบ
ด้านเศรษฐกิจ :	

กรมวิชาการเกษตร

ด้านสังคม :	
ด้านสิ่งแวดล้อม :	

3.5 การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

วิธีการ/กระบวนการผลักดันงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ (โปรดแนบหลักฐานเชิงประจักษ์การนำผลงานไปใช้ประโยชน์)

....

....

ด้านนโยบาย โดยใคร.................................(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้)..

อย่างไร..... (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร)..

ด้านสังคม โดยใคร.................................(ระบุใครเป็นผู้นำไปใช้)...

อย่างไร (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร)..

ด้านเศรษฐกิจ โดยใคร.................................(ระบุใครเป็นนำไปใช้)...

อย่างไร (ระบุผลที่เกิดจากการนำไปใช้ประโยชน์ก่อให้เกิดผลอย่างไร)...

ด้านวิชาการ โดย นักวิจัย นักวิชาการเกษตร และวิศวกรการเกษตร

อย่างไร.....พัฒนางานวิจัยต่อยอด

กรมวิชาการเกษตร

บทที่ 4 สรุปผลและอภิปรายผล

การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันที่ออกแบบในการวิเคราะห์ และจำแนกภาพ พบว่า สามารถทำนายอาการทำลายจากบั่วกล้วยไม้มีค่าความแม่นยำ 78% และเพลี้ยไฟมีค่าความแม่นยำ 86% โดยมีค่า Precision Recall และ F-Measure 82% หลังจากการเรียนรู้รอบที่ 60 ไม่เกิด Overfitting

เมื่อนำระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้มาตรวจสอบกล้วยไม้จำนวน 30 ก้อนในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คน พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน โดยช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่าแต่ความอ่อนล้าส่งผลให้ค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น โดยผลการตรวจสอบของเครื่องเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ และนักกีฏวิทยาของกรมวิชาการเกษตรยอมรับได้

ข้อจำกัดของเครื่องต้นแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่พัฒนาขึ้น ผู้ใช้จำเป็นต้องป้อนตำแหน่ง (x,y,z) เพื่อให้แขนกลเคลื่อนที่ไปตรวจสอบ ไม่สามารถหาตำแหน่งที่ต้องการตรวจสอบเองได้ จึงต้องพัฒนาเครื่องต้นแบบต่อไป ส่วนผลการทดสอบเป็นการเปรียบเทียบกับผู้ชำนาญการ 1 คน จึงควรทดสอบเพิ่มเติมกับผู้ชำนาญการหลายคน เพื่อให้ผลการทดสอบมีความเที่ยงตรง และแม่นยำมากขึ้น

การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวายมีลักษณะเป็นแขนกลเคลื่อนที่บนรางเหนือแนวแปลงปลูก โดยปลายแขนกลติดตั้งแขนบูมฉีดพ่นสารเคมี ประกอบด้วยหัวฉีดพ่นแบบ cold fogger จำนวน 4 หัว และออกแบบตัวควบคุม SPWM (Servo Pulse Width Modulation) ในการขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์ผ่านระบบเฟืองทดของหัวฉีด เพื่อให้อัตราการฉีดพ่นมีค่าเท่ากัน เมื่อทำการทดสอบความสามารถในการทำงาน พบว่า

1. ผลตอบสนองระหว่างแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์สำหรับปรับอัตราการฉีดพ่น 120 ลิตร/ไร่ กับเวลามีความรวดเร็ว โดยช่วงเวลา Response Time มีค่าเฉลี่ย 8.5 มิลลิวินาที ไม่เกิดค่าพุ่งเกินขึ้น มีอัตรา

กรมวิชาการเกษตร

การฉีดพ่นเฉลี่ยทั้ง 4 หัว 120.65 ลิตร/ไร่ ค่าความผิดพลาดจากอัตราการฉีดพ่น 0.65 ลิตร/ไร่ โดยค่าความผิดพลาดเกษตรกร และนักวิชาการเกษตรยอมรับได้ ดังนั้นตัวควบคุมแบบ SPW ใช้งานได้ดี

2. ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ มาตรวจสอบกล้วยไม้ มีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 87.5% ช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 93.3% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 24.60 วินาทีต่อก้อน ขณะที่แรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 80% เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 49.37 วินาทีต่อก้อน

3. ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ มีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี thiamethoxam 93.75% และสารเคมี spinetoram 90.48% ขณะที่แรงงานคนมีความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมี thiamethoxam 100% และสารเคมี spinetoram 76.19% โดยช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีค่าความผิดพลาดน้อยกว่า แต่ความอ่อนล้าทำให้ค่าความผิดพลาดเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีลดลง แตกต่างจากเครื่องที่มีความสม่ำเสมอในการตรวจสอบ ทำให้ความแม่นยำในการตัดสินใจพ่นสารเคมีสูงกว่าแรงงานคนเมื่อตรวจกล้วยไม้จำนวนมากขึ้น

4. ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ มีปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 120.66 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 69.12 นาที ส่วนแรงงานคนมีปริมาณการใช้สารเคมีเฉลี่ย 168.70 ลิตร/ไร่ และเวลาที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมี 74.25 นาที

5. ระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีราคา 183,800 บาท และค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมีจำนวน 4 คน 200 บาท/ไร่ ทำงาน 8 ชม./วัน ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติมีจุดคุ้มทุนที่ 307.61 ไร่

ข้อเสนอแนะต่อผู้เกี่ยวข้องสำหรับการดำเนินงานในระยะต่อไป -

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน -

กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

ตะวันส่องแสง การย์กวินพงศ์. 2561. **การจำแนกรอยโรควัณโรคปอดด้วยโครงข่ายแคปซูล.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพา ชีวาประกอบกิจ. 2562. การปรับปรุงประสิทธิภาพในการจำแนกภาพด้วยโครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันโดยใช้เทคนิคการเพิ่มภาพ. **TNI Journal of Engineering and Technology.** 7(1): 59-64.

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, ทัศนาพร ทัศคร, สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, ณิชกานต์ นเรวุฒิกุล, วรางคนา โชติเศรษฐี, ยุรวรรณ อนันตนมณี, พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์, ปราสาททอง พรหมเกิด, วัชรี วิทยวรรณกุล และดาราพร รินทะรักษ์. 2559. การบริหารศัตรูกล้วยไม้แบบผสมผสาน. **วารสารกีฏและสัตววิทยา.** 34(1): 2-16.

สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, พวงผกา อ่างมณี และวนาพร วงษ์นิคง. 2554. กลไกความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในเพลี้ยไฟฝ้าย, น.911-916. *ใน* **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

Makoto Koike. 2018. **Automatic cucumber sorting system from pictures @ Cucumber Farm in Japan (Part 2/2).** Available Source: https://mgronline.com/daily/detail/9590000091327, December 20, 2018.

Z. Zafrulla, H. Brashear, n T. Starner, H. Hamilton, and P. Presti. 2011. American Sign Language Recognition with the Kinect ICMI'11, pp. 279-286. *In* **Proceedings of the 13th international conference on multimodal interfaces.** 14 -18 November 2011, Alicante, Spain.

การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์. 2563. การปรับตั้งเครื่องฉีดพ่นยาติดท้ายรถแทรกเตอร์, น.1-9. *ใน* **เอกสารความรู้สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตรอุตสาหกรรม.** ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร

ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา, ทัศนาพร ทัศคร, สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, ณิชกานต์ นเรวุฒิกุล, วรางคนา โชติเศรษฐี, ยุรวรรณ อนันตนมณี, พิเชฐ เชาวน์วัฒนวงศ์, ปราสาททอง พรหมเกิด, วัชรี วิทยวรรณกุล และดาราพร รินทะรักษ์. 2559. การบริหารศัตรูกล้วยไม้แบบผสมผสาน. **วารสารกีฏและสัตววิทยา.** 34(1): 2-16.

สุวัฒน์ กุลธนปรีดา. 2550. **วิศวกรรมการควบคุมอัตโนมัติ.** สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. กรุงเทพฯ. 375 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร

ตารางและภาพ

การทดลองที่ 1 ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

ตารางของการทดลองที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบค่าตัววัด Precision Recall และ F-Measure สำหรับการจำแนกภาพ

Type	Precision	Recall	F-Measure
orchid midge	0.78	0.79	0.78
thrips	0.86	0.85	0.85
Mean	0.82	0.82	0.82

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

No. Orchid (clump)	Thrips			The quantity of position damaged by orchid midge			Detection of prototype (second/ clump)	Detection of human labors (second/ clump)
	Real value	prototype	human labors	Real value	prototype	human labors		
1	5	5	5	0	0	0	25	46
2	2	2	2	1	1	1	24	43
3	7	5	7	1	1	1	28	52
4	0	0	0	0	0	0	20	41
5	8	7	7	2	2	2	28	62
6	3	3	3	3	2	2	24	45
7	0	0	0	2	2	2	22	42
8	6	4	5	1	1	1	26	58
9	9	7	8	2	1	2	29	76
10	0	0	0	0	0	0	21	42
11	7	5	6	2	2	2	26	52
12	4	4	4	1	1	1	24	48
13	9	7	8	2	2	2	28	65
14	0	0	0	2	2	2	22	48
15	0	0	0	0	0	0	20	44
16	6	5	5	2	2	2	26	55

กรมวิชาการเกษตร

17	9	8	8	2	2	2	28	69
18	8	6	7	2	1	2	27	68
19	0	0	0	3	2	2	25	47
20	7	5	6	1	1	1	27	54
21	0	0	0	0	0	0	22	46
22	4	3	2	1	1	1	25	49
23	3	3	1	2	2	2	24	50
24	6	5	3	1	1	1	28	55
25	0	0	0	2	2	1	24	48
26	8	6	4	0	0	0	26	62
27	7	6	4	2	1	1	27	61
28	0	0	0	2	2	1	24	48
29	5	4	2	1	1	0	26	56
30	9	7	3	2	2	1	27	69
Sum	132	107	100	42	37	35	753	1,601
Error		25	32		5	7		
Mean							25.10	53.37
T-test		0.32^{NS}			0.33^{NS}		15.91^{*}	

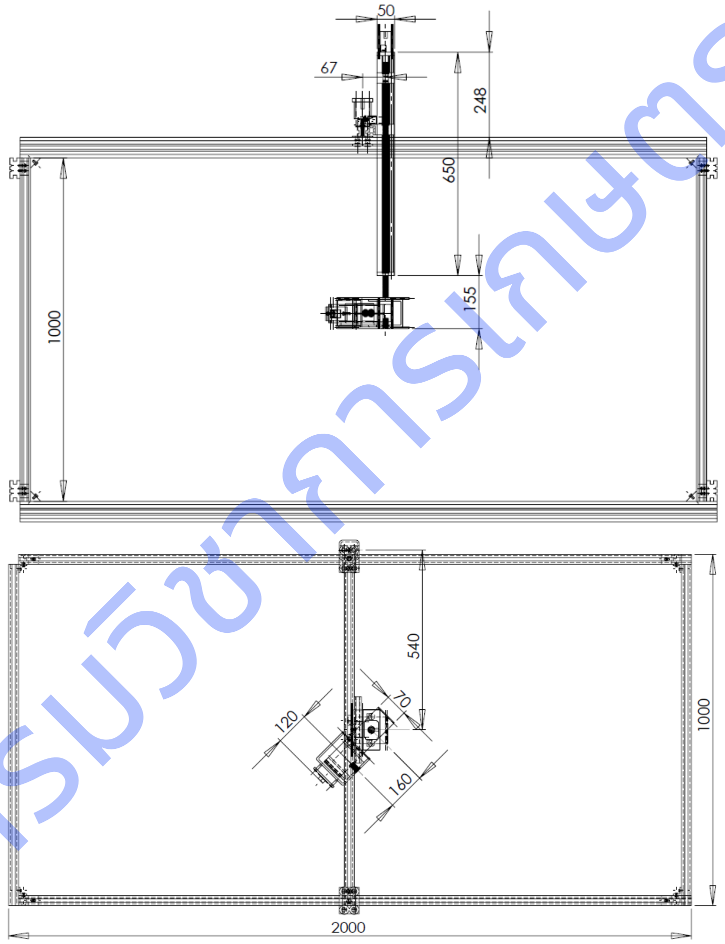
Note: * = significant at 5% level, NS = not significant

ตารางที่ 3 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
วัสดุทำเครื่องต้นแบบ	
1. อะลูมิเนียมสำหรับทำแขนกล	20,000
2. สายพานวี ร่อง M หน้ากว้าง 9.5 มม. พร้อมเฟืองทด ขนาด 1:1.5 จำนวน 2 คู่	3,500
3. อะลูมิเนียมสำหรับทำโครงสร้าง และระบบราง	20,000
4. เซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 5.8 นิวตัน-เมตร พร้อมกระปุกเกียร์อัตราทด 1:20 จำนวน 3 ตัว	12,000
5. เซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 2.2 นิวตัน-เมตร พร้อมกระปุกเกียร์อัตราทด 1:25 จำนวน 1 ตัว	3,000

กรมวิชาการเกษตร

6. โมดุลกล้อง Sony A6000	9,000
7. อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์วัดคุม	40,000
8. ชุดล้อขับบนรางอะลูมิเนียมจำนวน 3 ชุด	3,000
8. อื่นๆ	10,000
รวมค่าวัสดุในการสร้างเครื่อง	120,500
ค่าแรงประกอบสร้างและอื่นๆ	5,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบ	125,500



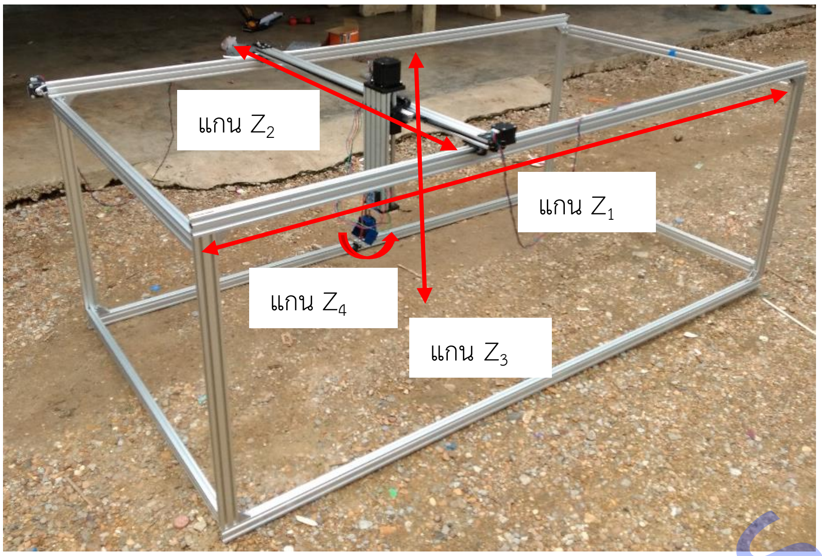
กรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 1 ภาพฉาย 2 มิติ Orthographic ของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้

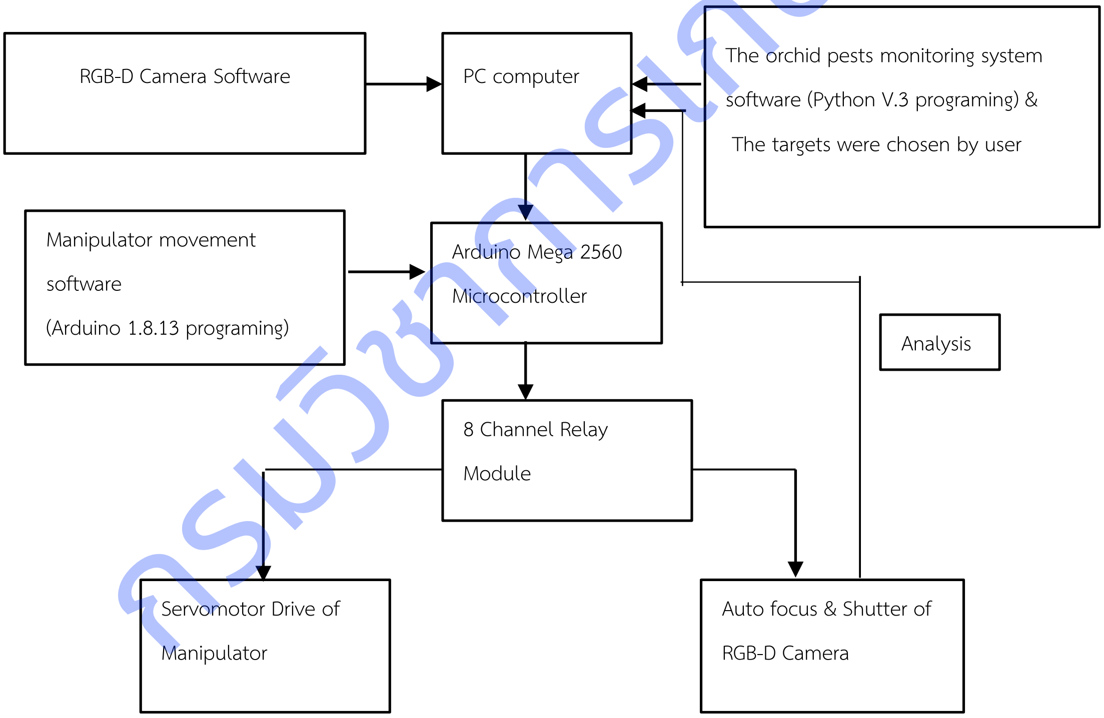
ภาพที่ 2 ระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ที่ติดตั้งในโรงเรือน

ภาพที่ 3 การติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 4 ตัวของแขนกล

กรมวิชาการเกษตร

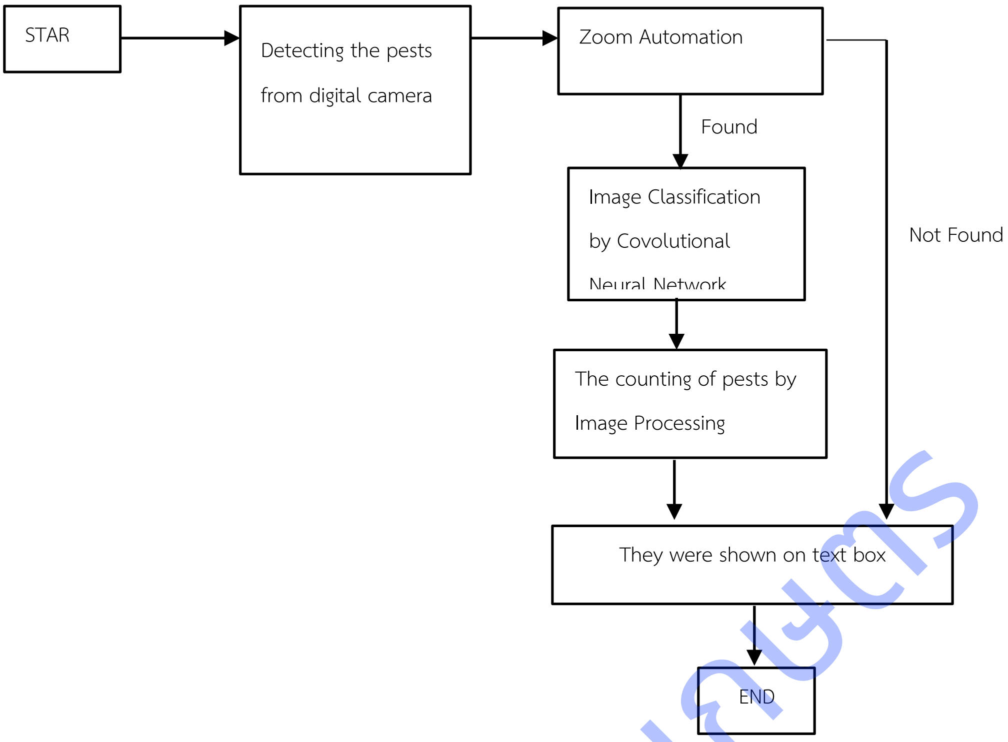


ภาพที่ 4 การเคลื่อนที่ของแขนกล 4 แกน

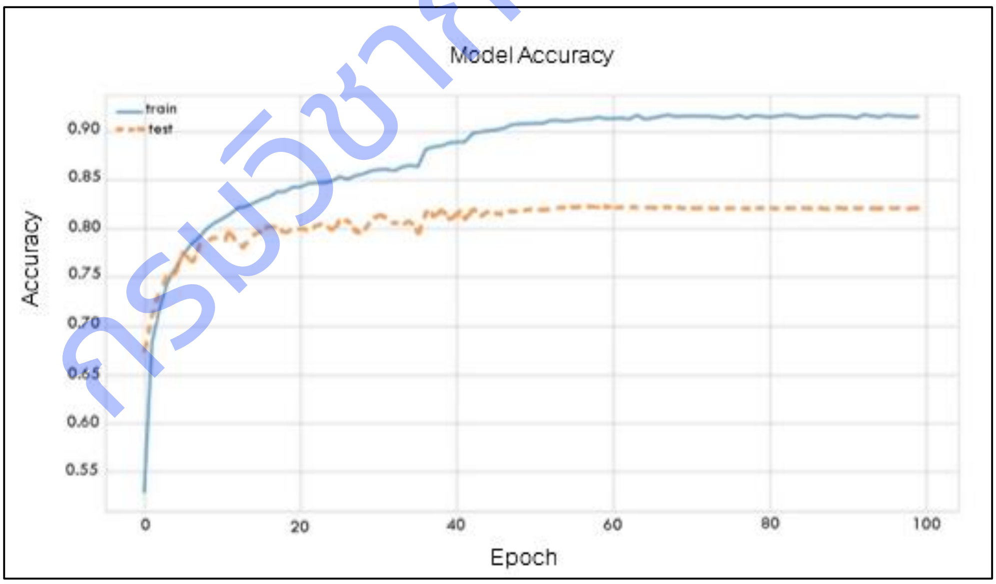


ภาพที่ 5 หลักการทำงานของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้

กรมวิชาการเกษตร

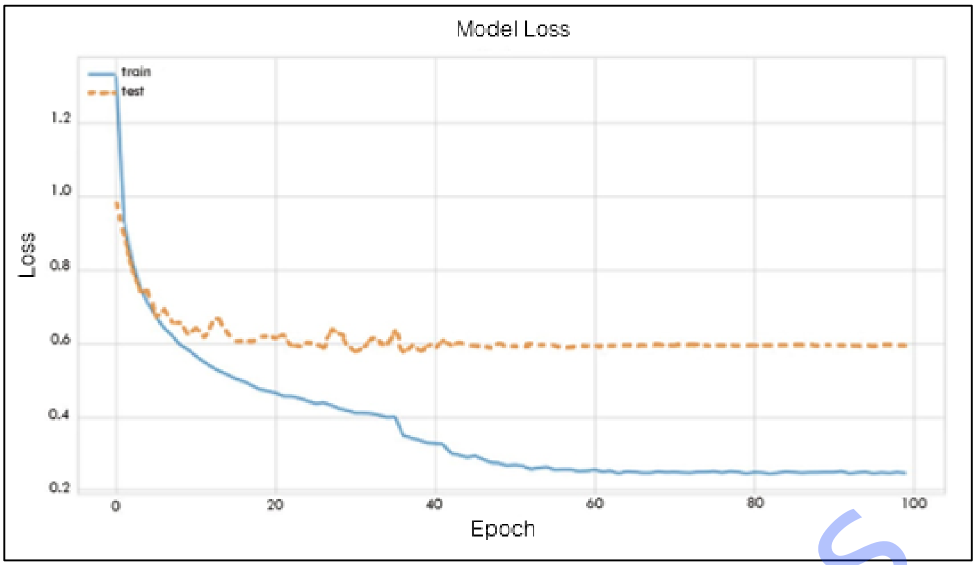


ภาพที่ 6 หลักการวิเคราะห์ และตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง accuracy และรอบของการฝึกสอน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Loss และรอบของการฝึกสอน

การทดลองที่ 2 พัฒนาระบบควบคุมการพ่นสารเคมีร่วมกับระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวายแบบอัตโนมัติ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความสามารถในการตรวจสอบของระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้เปรียบเทียบกับแรงงานคน

No. Orchid (clump)	Thrips			The quantity of flower damaged by orchid midge			Detection of prototype (second/ clump)	Detection of human labors (second/ clump)
	Real value	prototype	human labors	Real value	prototype	human labors		
1	1	1	1	0	0	0	22	43
2	0	0	0	1	1	1	24	45
3	1	1	1	0	0	0	22	44
4	0	0	0	0	0	0	20	39
5	2	2	2	1	1	1	29	62
6	0	0	0	0	0	0	21	42
7	0	0	0	0	0	0	22	40
8	0	0	0	0	0	0	23	42
9	1	0	1	0	0	0	24	46
10	0	0	0	0	0	0	22	44
11	0	0	0	1	1	1	26	49

กรมวิชาการเกษตร

12	0	0	0	1	1	1	24	48	
13	1	0	1	0	0	0	28	56	
14	0	0	0	0	0	0	22	46	
15	2	2	2	0	0	0	28	57	
16	0	0	0	2	1	2	26	58	
17	1	1	0	2	2	2	27	51	
18	0	0	0	0	0	0	25	47	
19	2	2	1	0	0	0	29	61	
20	0	0	0	1	1	1	24	49	
21	1	1	1	0	0	0	24	47	
22	0	0	0	0	0	0	23	48	
23	2	2	1	0	0	0	27	56	
24	0	0	0	1	1	1	24	50	
25	0	0	0	2	2	1	27	54	
26	1	1	1	0	0	0	24	49	
27	0	0	0	0	0	0	22	44	
28	0	0	0	0	0	0	24	48	
29	1	1	0	1	1	0	28	57	
30	0	0	0	2	2	1	27	59	
Sum	16	14	12	15	14	12	738	1,481	
Error		2	4		1	3			
Mean							24.60	49.37	
T-test		0.38^{NS}			0.40^{NS}		19.78*		

Note: * = significant at 5% level, NS = not significant

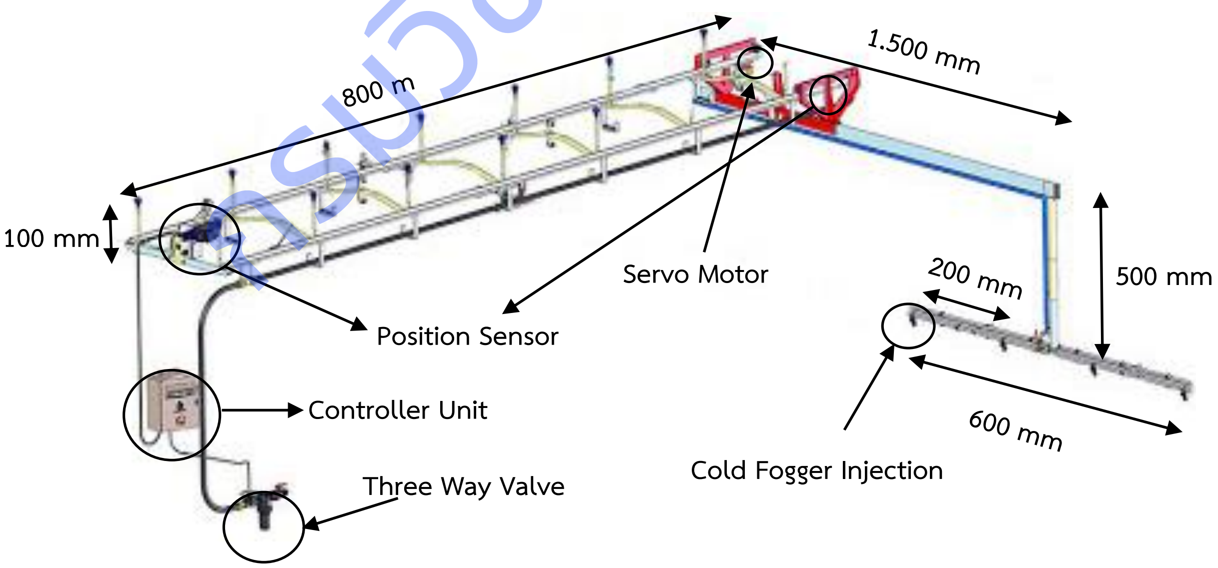
ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการตัดสินใจพ่นสารเคมี และการฉีดพ่นสารเคมี spinetoram และ thiamethoxam โดยเครื่องเปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคน

Decision for spraying the spinetoram (clump)			Decision for spraying the thiamethoxam (clump)			Using the spinetoram (liter/rai)		Using the thiamethoxam (liter/rai)		Time for spraying (minute)	
Real value	Prototype	human labors	Real value	Prototype	human labors	prototype	human labors	prototype	human labors	prototype	human labors
21	23	26	16	17	16	120.65	164.78	120.67	172.61	69.12	74.25
Error	2	4		1	0						

ตารางที่ 6 ค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติในโรงเรือนปลูกกล้วยไม้สกุลหวาย

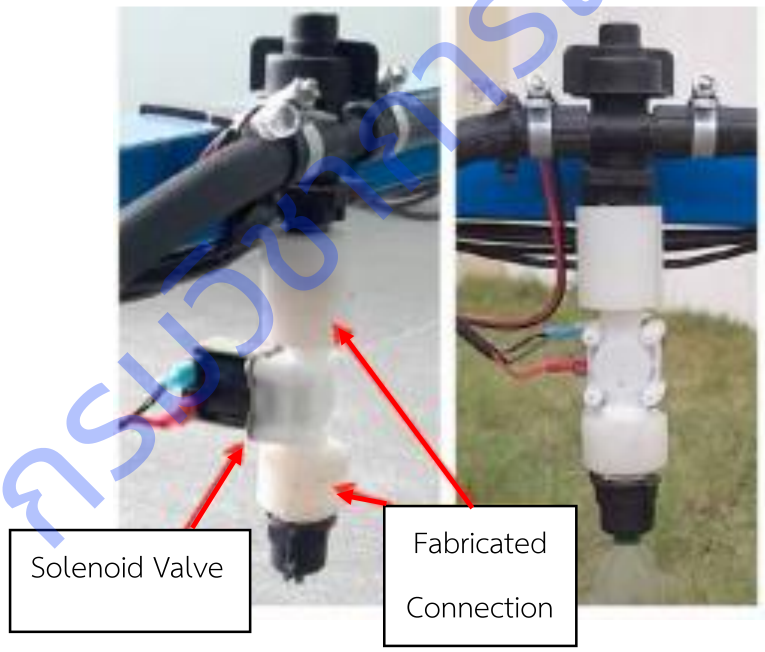
รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
วัสดุทำเครื่องต้นแบบ	
1. อะลูมิเนียมสำหรับทำแขนกล	30,000
2. วาล์วโซลินอยด์ชนิด 2 ทาง จำนวน 8 ตัว	8,800
3. อะลูมิเนียมสำหรับทำโครงสร้าง และระบบราง	65,000
4. เซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 30.5 นิวตัน-เมตร พร้อมกระปุกเกียร์อัตราทด 1:20 จำนวน 2 ตัว	30,000
5. เซอร์โวมอเตอร์ขนาดแรงบิด 0.85 นิวตัน-เมตร พร้อมกระปุกเกียร์อัตราทด 1:10 จำนวน 8 ตัว	4,000
6. หัวฉีดแบบ Cold Fogger จำนวน 8 หัวฉีด	8,000
7. อุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์วัดคุม	20,000
8. ชุดล้อขับบนรางอะลูมิเนียมจำนวน 2 ชุด	3,000
8. อื่นๆ	10,000
รวมค่าวัสดุในการสร้างเครื่อง	178,800
ค่าแรงประกอบสร้างและอื่นๆ	5,000
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการสร้างเครื่องต้นแบบ	183,800

กรมวิชาการเกษตร



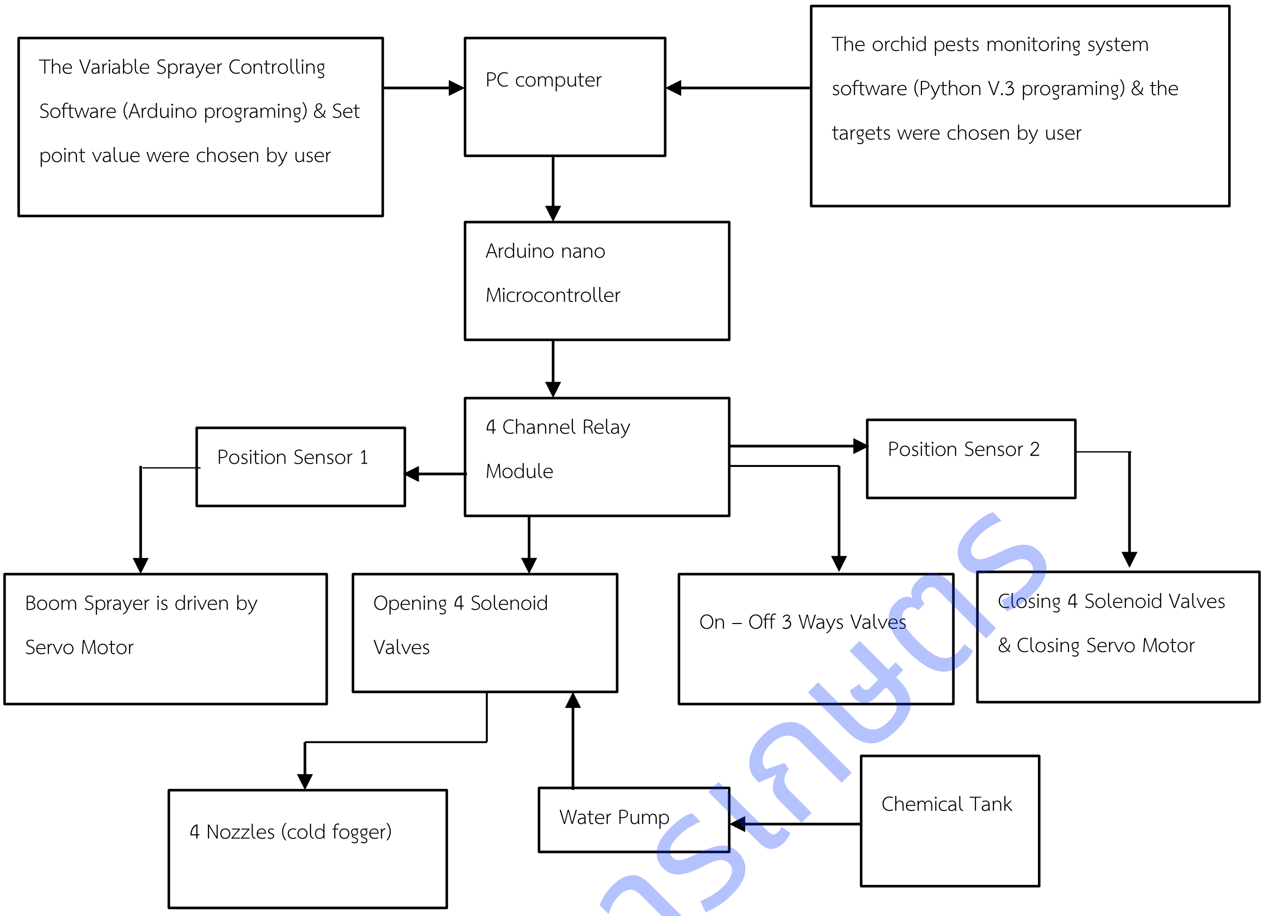
ภาพที่ 9 โครงสร้างและส่วนประกอบของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้

ภาพที่ 10 ระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้ที่ติดตั้งในโรงเรือน

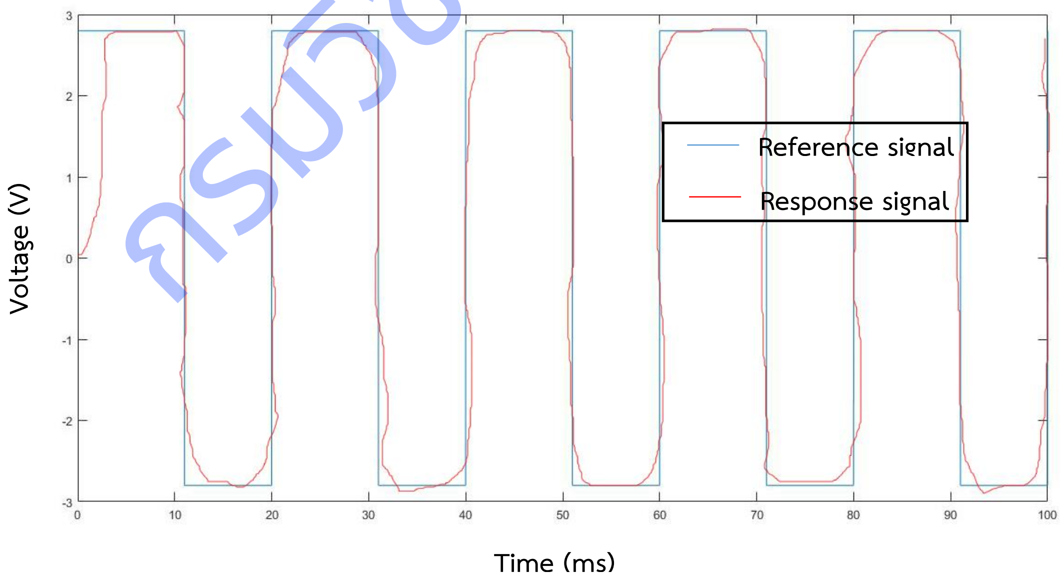


ภาพที่ 11 วาล์วโซลินอยด์ติดตั้งพร้อมกับหัวฉีด

กรมวิชาการเกษตร

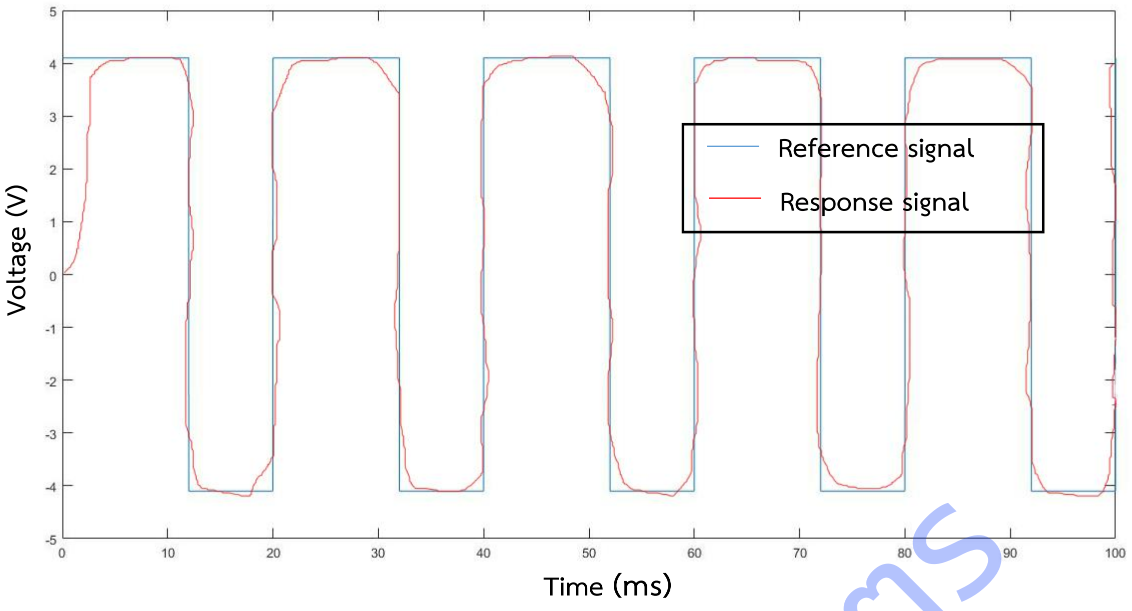


ภาพที่ 12 หลักการทำงานของระบบพ่นสารเคมีแบบแปรผันอัตราได้

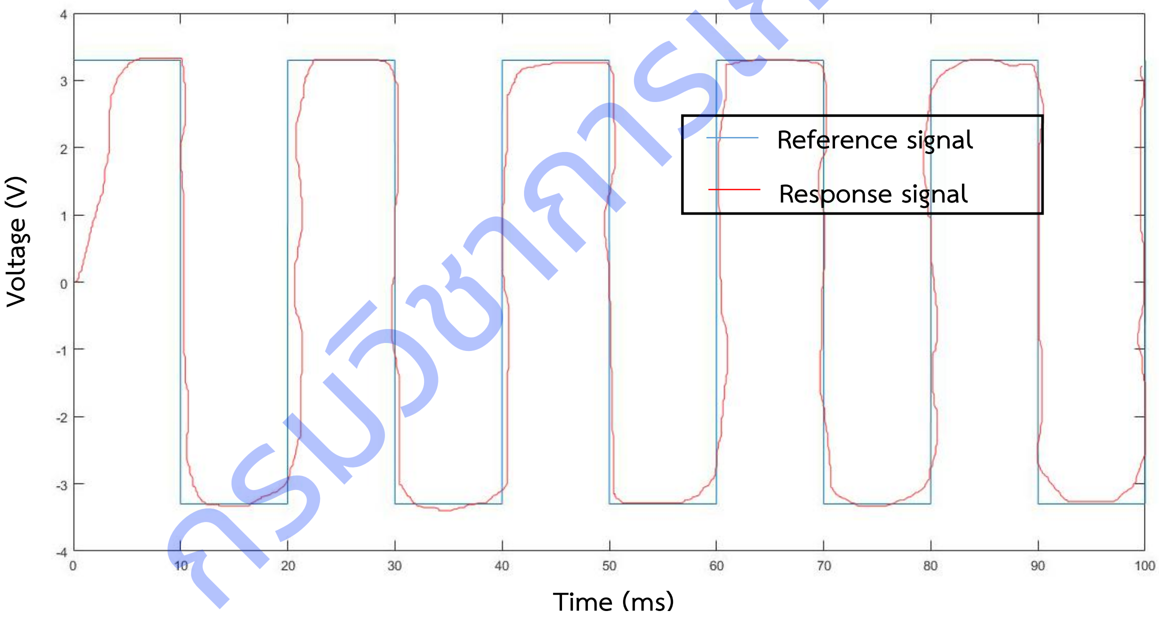


ภาพที่ 13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 1

กรมวิชาการเกษตร

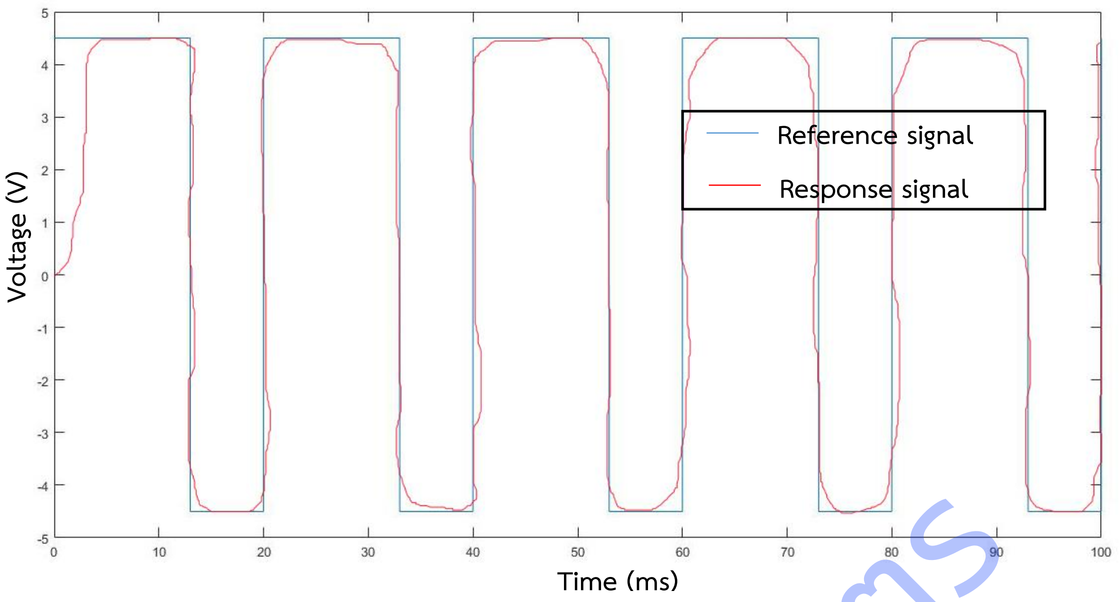


ภาพที่ 14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 2



ภาพที่ 15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 3

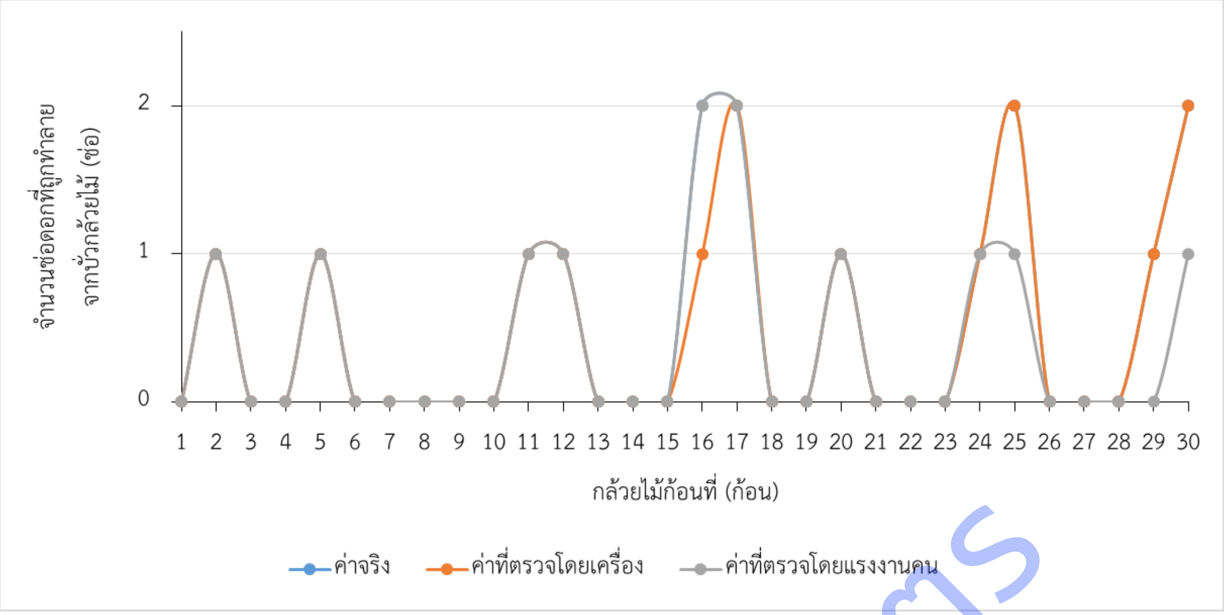
กรมวิชาการเกษตร



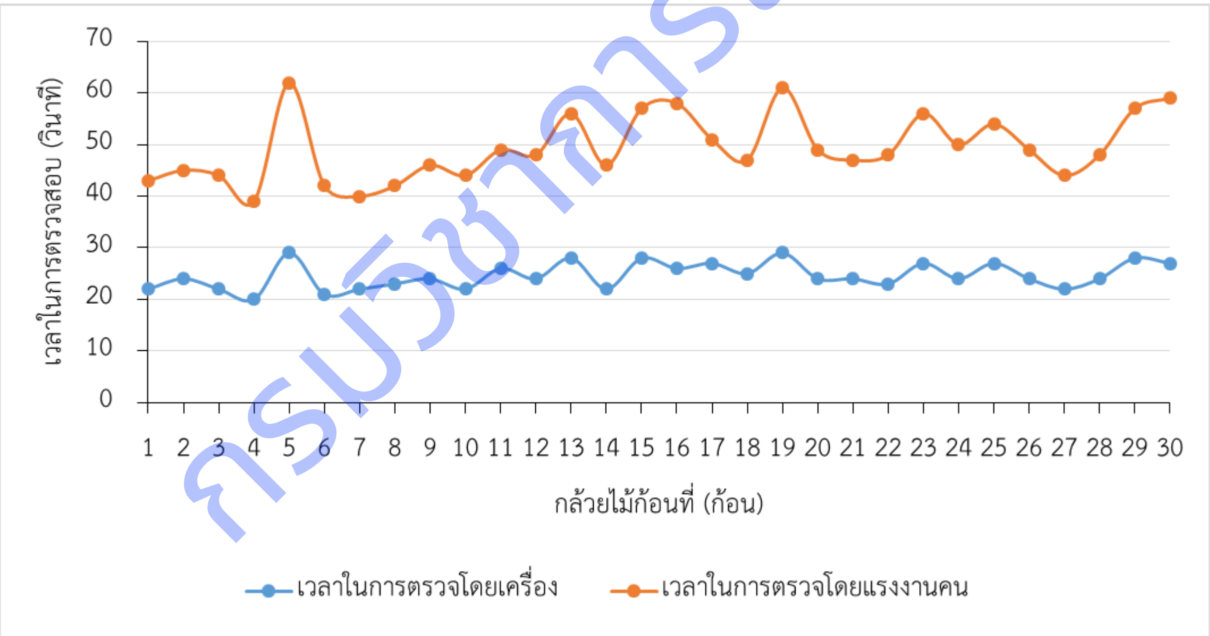
ภาพที่ 16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอ้างอิงและสัญญาณตอบสนองของหัวฉีด 4

ภาพที่ 17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงกับค่าจากการตรวจเพลี้ยไฟโดยเครื่องและแรงงานคน

กรมวิชาการเกษตร

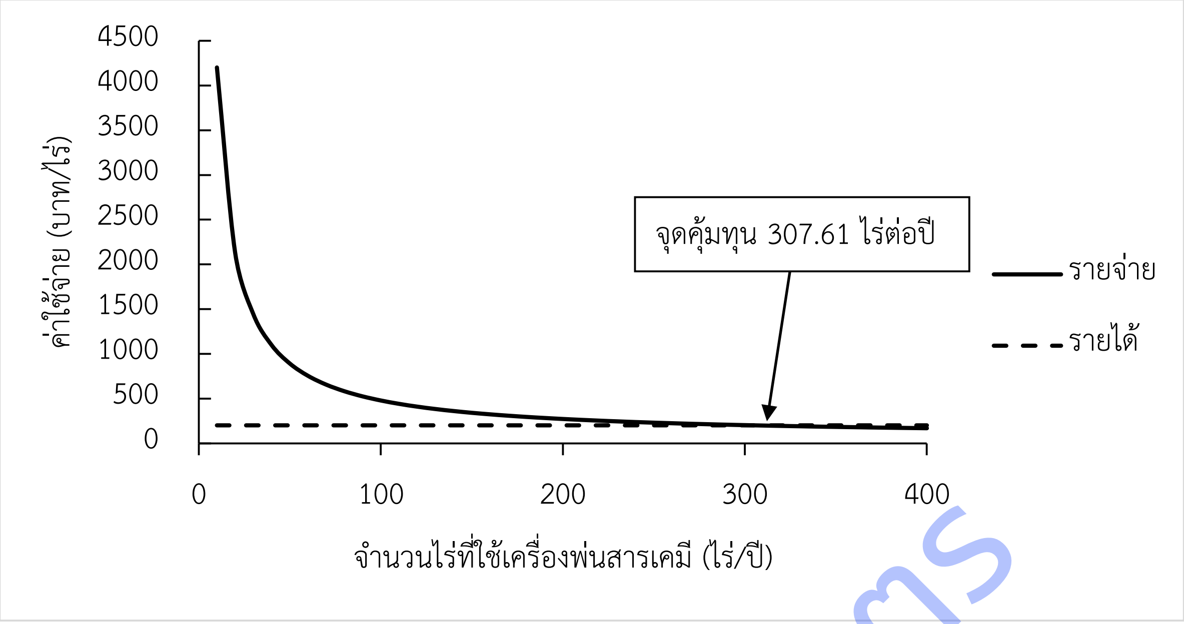


ภาพที่ 18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงกับค่าจากการตรวจช่อดอกที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้โดยเครื่องและแรงงานคน



ภาพที่ 19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการตรวจกล้วยไม้แต่ละก้อนของเครื่องและแรงงานคน

กรมวิชาการเกษตร



ภาพที่ 20 แสดงจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. ราคาเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	183,800	บาท
2. อายุการใช้งานของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	5	ปี
3. มูลค่าซาก	=	10% ของราคาเครื่อง	
	=	$\frac{10 \times 183,800}{100}$	
	=	18,380 บาท	
4. อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ	=	10	
5. จำนวนชั่วโมงในการทำงาน	=	8	ชั่วโมงต่อวัน
6. อัตราการทำงานของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	0.68	ไร่ต่อชั่วโมง
7. อัตราเร็วในการพ่นสารเคมี	=	0.71	กิโลเมตร/ชั่วโมง
8. ค่าบำรุงรักษาเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	1.2% ของราคาซื้อ/ชั่วโมงการทำงานต่อวัน	
9. ค่าไฟฟ้าหน่วยละ (วันที่ 7 ธ.ค. 2564)	=	4.6	บาท/ชม.
10. ค่าไฟฟ้าของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	2.2 กิโลวัตต์ x 4.6	บาท/ชม.
	=	10.12	บาท/ชม.
	=	14.88	บาท/ไร่
11. สมมติใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติปีละ	=	X	ไร่

<u>ค่าต้นทุนคงที่</u>

12. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ	=	(183,800 – 183,80)/5	
	=	33,084	บาทต่อปี
13. ค่าดอกเบี้ยในการลงทุนของเครื่องต้นแบบระบบ	=	(0.1(183,800 – 183,80))/2	

กรมวิชาการเกษตร

ควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ = 8,271 บาทต่อปี

14. ค่าเสื่อมราคาของเครื่องต้นแบบระบบ = 33,084/X บาทต่อไร่

ควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติต่อไร่

15. ค่าดอกเบี้ยในการลงทุนเครื่องต้นแบบระบบ = 8,271/X บาทต่อไร่

ควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ

<u>ค่าต้นทุนแปรผัน</u>

16. ค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้า = 14.88 บาทต่อไร่

17. ค่าบำรุงรักษาเครื่องต้นแบบระบบ = (1.2x183,800)/(100x8x8x0.68)

ควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ = 50.68 บาทต่อไร่

18. ค่าใช้จ่ายทั้งหมด = 14.88 + 50.68

= 65.56 บาทต่อไร่

(33,084/X) + (8,271/X)

= 65.56 + (41,355/X) บาทต่อไร่

ค่าจ้างแรงงานคนในการพ่นสารเคมี = 50 บาทต่อไร่

จำนวน 4 คน = 200 บาทต่อไร่

19. จุดคุ้มทุนสำหรับการใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติ

200 = 65.56 + (41,355/X)

200X = 65.56X + 41,355

134.44X = 41,355

X = 307.61 ไร่ต่อปี

เมื่อใช้เครื่องต้นแบบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติจะมีจุดคุ้มทุน 307.61 ไร่ต่อปี แสดงในภาพที่ 20

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ข

การประชุมเผยแพร่ผลงาน/ผลงานตีพิมพ์

การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 17 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 2-3 ธันวาคม 2563

ออกแบบ และพัฒนาระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย

Design and Development of a Detecting System for
Thrips and Orchid Midge with Dendrobium Orchid

ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์[1*] ประสาท แสงพันธุ์ตา[1] พุทธธินันทร์ จารุวัฒน์[1] อนุชา เชาว์โชติ[1] มงคล ตุ่นเฮ้า[1]
ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา[2] จิระวีณ์ ไกรสินบุรศักดิ์[3] และ กันต์ธกรณ์ เขาทอง[4]
Tinnasit Kaisinburasak[1*], Prasat Sangphanta[1], Puttinun Jaruwat[1], Anucha Chaochot[1], Mongkol Tunhaw[1],
Srijumnun Srijuntra[2], Jiravee Kaisinburasak[3] and Kunthakorn Khaothong[4]

บทคัดย่อ

เพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ เป็นแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้ที่สำคัญและมีการระบาดตลอดทั้งปี เนื่องจากเพลี้ยไฟมีขนาดเล็กเกษตรกรส่วนใหญ่จะตรวจพบเพลี้ยไฟในสถานการณ์ที่เริ่มมีการระบาดแล้ว ส่วนบั่วกล้วยไม้จะตรวจการระบาดได้จากอาการฉ่ำน้ำและบิดเบี้ยวที่พบบนดอกตูมซึ่งยากต่อการสังเกต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชันในการวิเคราะห์ และจำแนกภาพ เพื่อลดความผิดพลาดจากการตรวจสอบโดยแรงงานคน ทำการทดสอบกับกล้วยไม้สกุลหวายในระยะให้ผลผลิตจำนวน 30 ก้อน เปรียบเทียบกับการใช้แรงงานคนจำนวน 1 คนที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ และบั่วกล้วยไม้ พบว่า เครื่องมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 81.1% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 88.1% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 25.10 วินาทีต่อก้อน ส่วนแรงงานคนมีความสามารถในการตรวจสอบเพลี้ยไฟ 75.8% ตำแหน่งที่ถูกทำลายจากบั่วกล้วยไม้ 83.3% ใช้เวลาในการตรวจสอบเฉลี่ย 53.37 วินาทีต่อก้อน โดยช่วงแรกของการตรวจแรงงานคนมีความผิดพลาดน้อยกว่า แต่ความอ่อนล้าส่งผลให้ความผิดพลาดเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: เพลี้ยไฟ บั่วกล้วยไม้ กล้วยไม้สกุลหวาย โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน

สารบัญ

บทบรรณาธิการ 117
อมรา ชินภูติ
ผลงานวิจัย
- การศึกษาความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ และข้อมูลมอร์โฟเมทริกส์ของปีกแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini (Diptera: Tephritidae) ในประเทศไทย 118
ยุวรินทร์ บุญทบ ชมัยพร บัวมาศ เทศสุดา สนศิริ จอมสุรางค์ ดวงอิสาร สิทธิศิโรดม แก้วสวัสดิ์
- การหาลำดับเบสด้านข้าง LB ของ T-DNA ที่สอดแทรกในจีโนมกล้วยไม้สกุลหวาย พันธุ์ เอียสกุล ดัดแปลงพันธุกรรมด้วยเทคนิค AL-PCR 131
ปัทมา สนสาธา นิยนุช ศรชัย ปาริชาติ เบิร์นส สนธิชัย จันทร์เปรม เสริมศิริ จันทร์เปรม
- ระบบควบคุมแขนกล 4 แกน สำหรับตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย 142
ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์ ประสาท แสงพันธุ์ตา พุทธอินันทร์ จารุวัฒน์ อนุชา เชาว์โชติ มงคล ตุ่นเฮ้า นิรุติ บุญญา ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา จิระวีณ์ ไกรสินบุรศักดิ์ กันต์อกรณ์ เขาทอง
- ศักยภาพของราสาเหตุโรคแมลงบางชนิดในการควบคุมเพลี้ยอ่อนดำ *Aphis craccivora* (Koch) ในถั่วฝักยาว 159
เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ เมธาสิทธิ์ คนการ
- การศึกษาวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Tropical Race 4 (Foc TR4) สาเหตุโรคตายพรายในกล้วยหอมคาเวนดิช 168
เทอดพันธ์ ธรรมรัตนพงษ์ ภัสชญภณ หมื่นแจ้ง อัชลี นามวงษ์ สุจิตรา สุวรรณคตี
- การอนุรักษ์เชื้อพันธุกรรมมะลิอกในสภาพเยือกแข็งด้วยวิธี Vitrification 177
พัฒน์นรี รักษ์ศิด พัชร ปิริยะวินิตร กัญญาภรณ์ พิพิธแสงจันทร์ สุนิศา รัตแปง
- วิธีสกัดดีเอ็นเอจากมันสำปะหลังที่รวดเร็ว ประหยัด และปราศจากตัวทำละลายอินทรีย์อันตราย 189
จิราพร แก่นทรัพย์ อนาวดี ค้ำชู วิภาวี ชั้นโรจน์ สุภาวดี ง้อเหรียญ สุวลักษณ์ อะมะวัลย์ ประพิศ วองเทียม
- การศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานการผลิตมะพร้าวในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี 202
สุพินยา จันทร์มี หทัยกาญจน์ สิทธา นิภาภรณ์ ชูสินวน วิไลวรรณ ทวิชศรี
- วิจัยและพัฒนาเครื่องบดใบชาสำหรับการแปรรูปชาฝรั่ง 215
เกรียงศักดิ์ นักผูก สถิตย์พงศ์ วัตนคำ อภิวัฒน์ ปัญญาวงศ์ สมพล นิลเวศน์ อนันต์ ปัญญาเพิ่ม

online ISSN : 2773-9317

ระบบควบคุมแขนกล 4 แกน สำหรับตรวจสอบเพลี้ยไฟและบั่วกล้วยไม้ในกล้วยไม้สกุลหวาย
A 4-Axis Robot Controller for Detection Thrips and Orchid Midge in Dendrobium Orchid

ตฤณสิษฐ์ ไกรสินบุรศักดิ์[1/] ประสาท แสงพันธุ์ตา[1/] พุทธอินันทร์ จารุวัฒน์[1/] อนุชา เชาว์โชติ[1/] มงคล ตุ่นเฮ้า[1/]
นิรุติ บุญญา[1/] ศรีจำนรรจ์ ศรีจันทรา[2/] จิระวีณ์ ไกรสินบุรศักดิ์[3/] กันต์อกรณ์ เขาทอง[4/]
Tinnasit Kaisinburasak[1/] Prasat Sangphanta[1/] Puttinun Jaruwat[1/] Anucha Chaochot[1/]
Mongkol Tunhaw[1/] Nirut Boonya[1/] Srijumnun Srijuntra[2/]
Jiravee Kaisinburasak[3/] Kunthakorn Khaothong[4/]

Received 17 Nov 2020/Revised 1 Jan 2021/Accepted 11 Mar 2021

ABSTRACT

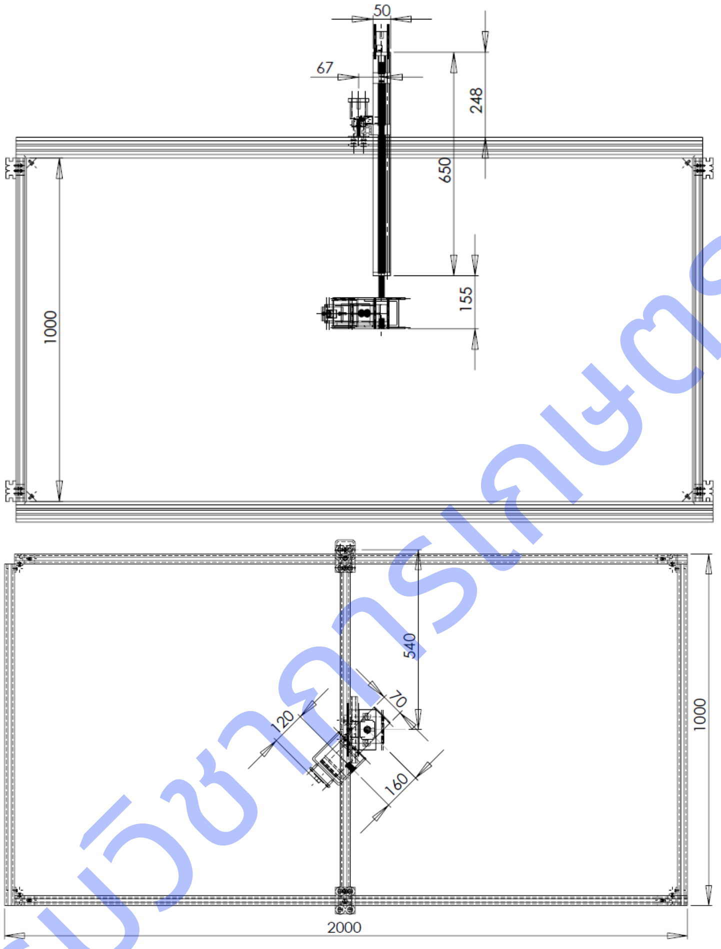
Thrips and Orchid midge are major pests of Dendrobium orchid throughout the year. Usually farmers found thrips after an outbreak had already occurred because of their small size. Signs of orchid midge outbreak were the vitrification and distortion on the orchid flower buds which were difficult to observe. The objective of this research was to design a detection equipment for thrips and orchid midge which could reduce error of the human labors. The prototype had two major parts. Part I was a Convolutional Neural Network (CNN) which had been used for images classifications. Part II was a 4-DOF robot arm which could be moved for insect pest detection through a digital camera. It was tested with 30 clumps of Dendrobium orchid grown in a greenhouse at Mueang district, Nakhon Pathom province and compared its performance with a human labor. Results showed that the efficacy of the prototype in detecting thrips was 81.1%, for orchid midge was 88.1% and the average time of detection was 25.10 sec./clump. For human labor, the efficacy of detection for thrips was 75.8%, for orchid midge was 83.3% and the average time of detection was 53.37 sec./clump. Human labor worked better at the beginning as compared to the prototype, but in the latter time the prototype was better due to human labor fatigue.

Keywords: detecting system for thrips and orchid midge, Convolutional Neural Network, 4-DOF robot arm

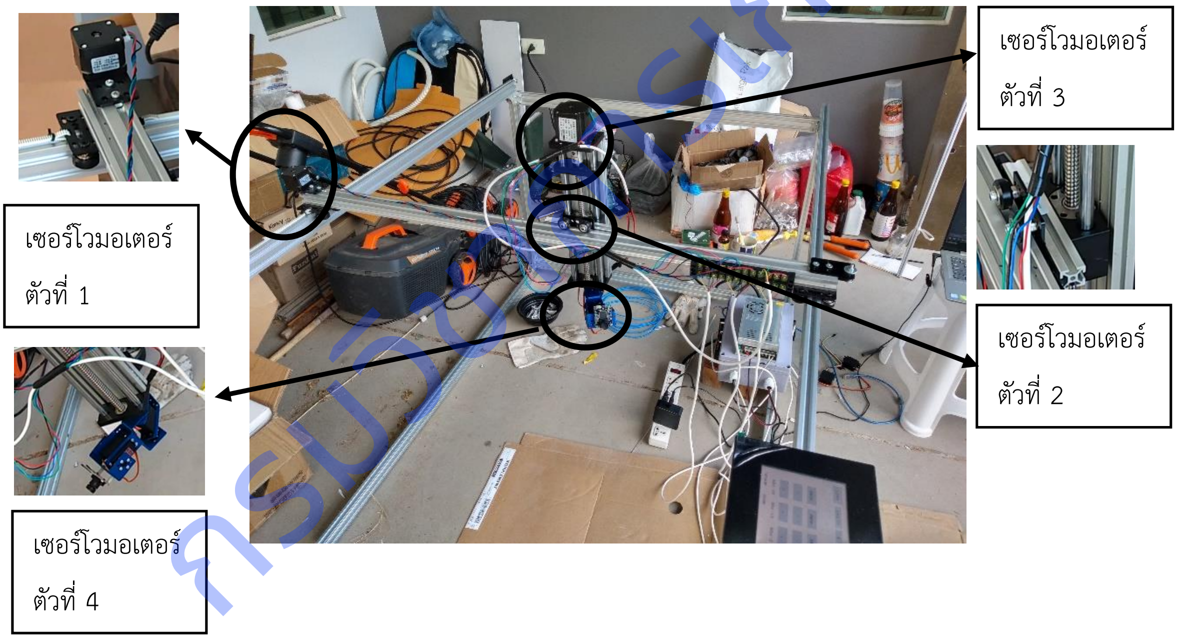
กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก ค

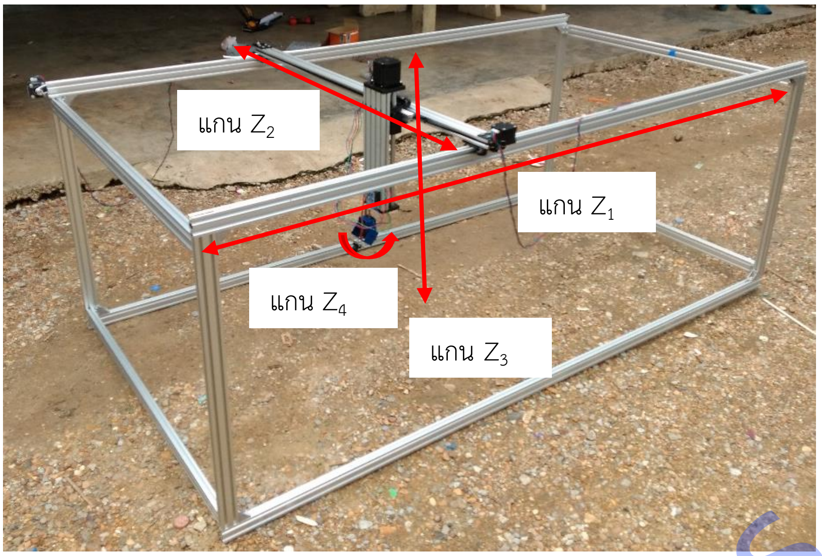
ส่วนประกอบของเครื่องต้นแบบ



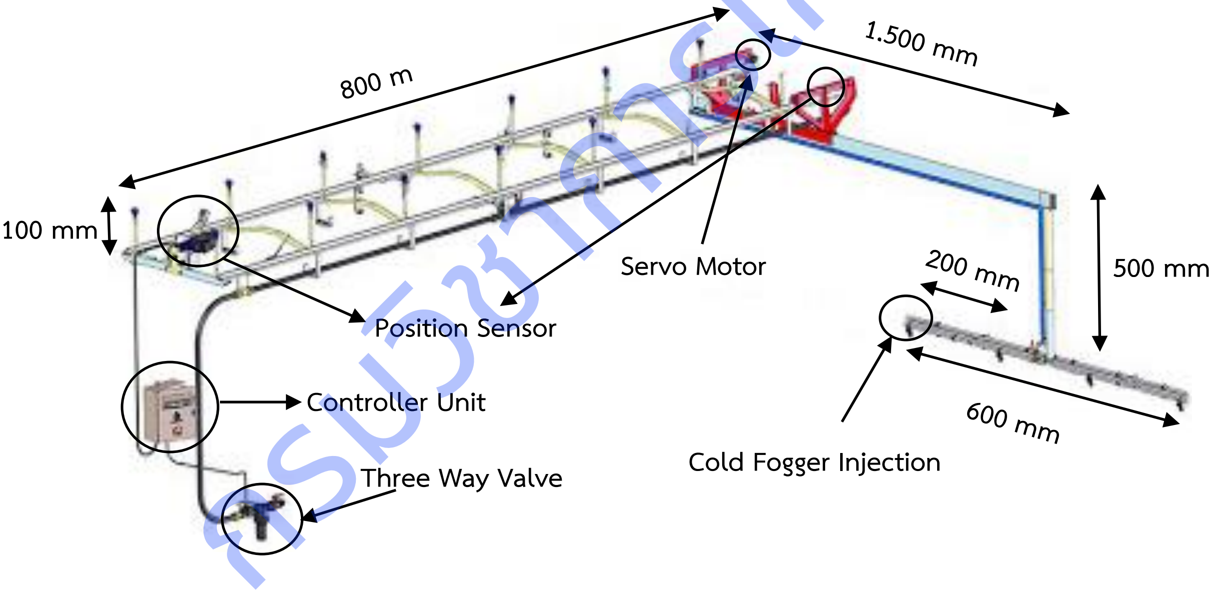
กรมวิชาการเกษตร



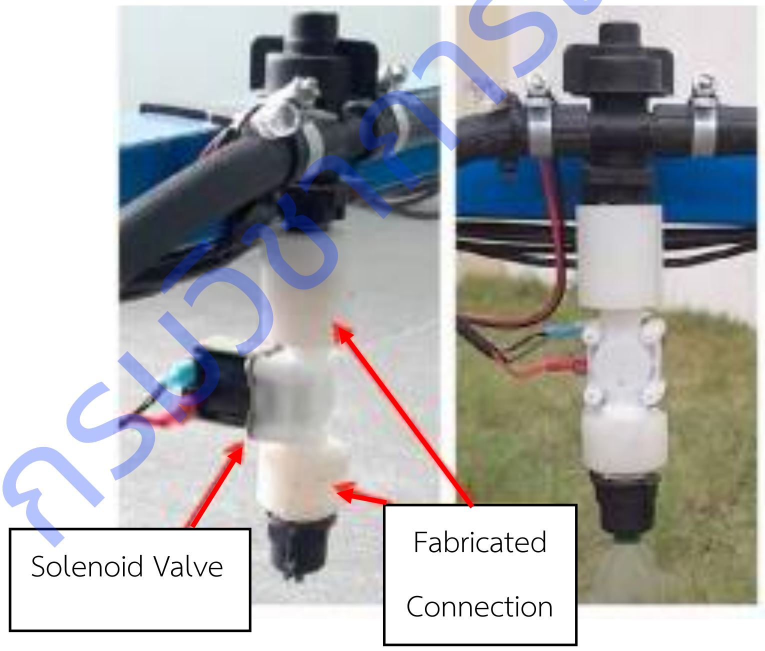
กรมวิชาการเกษตร



ภาพผนวค ค1 ต้นแบบและส่วนประกอบระบบตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้



กรมวิชาการเกษตร



ภาพผนวค ค2 ต้นแบบและส่วนประกอบระบบควบคุมการพ่นสารเคมีแบบอัตโนมัติร่วมกับระบบตรวจสอบแมลงศัตรูพืชกล้วยไม้

กรมวิชาการเกษตร