



การออกแบบและพัฒนาระบบนำทางด้วย GPS สำหรับเครื่องหยอดข้าว

The Design and Development of GPS Navigation for Rice Direct Seeding Machine

สมพร หงษ์ก้อง^{1*}, สุริยา โชคเพิ่มพูน¹, อมร ดอนเมือง¹, ชยุต ศรีฮาก์²Somporn Hongkong^{1*}, Suriya Chokphoemphun¹, Amorn Donmuang¹, Chayut Srihanoo²¹สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะอุตสาหกรรมเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร, จังหวัดสกลนคร 47160²สาขาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร, จังหวัดสกลนคร 47160¹Mechanical Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakon 47160²Plant science, Faculty of Natural Resources, Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakon 47160*Corresponding author: Tel: +668-9570-9298, E-mail: somporn.ho@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เสนอการทดสอบการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องหยอดข้าวแบบอัตโนมัติที่ติดตั้งระบบการควบคุมด้วย GPS ผ่านโปรแกรม Mission Planner โดยติดตั้งระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่อง ด้วยการรับสัญญาณจากบอร์ด pixhawk ร่วมกับ GPS module เพื่อรับพิกัดและตรวจสอบทิศทางให้ระบบประมวลผลและส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ที่ควบคุมการหมุนของพวงมาลัยของเครื่องหยอดให้อยู่ในเส้นทางที่กำหนด การทดสอบการทำงานจะความแม่นยำจะกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ไว้ที่ 0.2 0.3 และ 0.4 m·s⁻¹ และทดสอบระยะความผิดพลาด 2 รูปแบบ ได้แก่ การตรวจสอบระยะหยุดรถจากเริ่มต้น-สุดท้ายที่ระยะ 400 m และความผิดพลาดในแนวเส้นตรงในระยะ 100 m โดยจะเก็บข้อมูลทุกๆ 10 m ผลจากการทดสอบพบว่าการใช้ความเร็วเท่ากับ 0.2 m·s⁻¹ จะส่งผลทำให้ระยะหยุดและมีความผิดพลาดแนวเส้นตรงน้อยสุด เนื่องจากการเคลื่อนที่ของตัวรถเป็นไปอย่างซ้ำๆ จะส่งผลทำให้ให้ตัวรถอยู่ในแนวเส้นที่กำหนดได้ดีมากที่สุด ผลเนื่องจากการปรับค่า P Control ที่ต่างกัน

คำสำคัญ: เครื่องหยอด ระบบควบคุมอัตโนมัติ เครื่องทุนแรงฟาร์ม

Abstract

This article presents testing of the movement control of an automatic rice planter equipped with a GPS control system through the Mission Planner program. The installation of a steering control system for the machine involves receiving signals from the Pixhawk board with the GPS module. To obtain the position and determine the direction for the system to process and control the motor, ensure the dropper's steering wheel remains on the specified path. The operation test accuracy is set to 0.2, 0.3 and 0.4 m·s⁻¹ and 2 types of error distances are tested. This includes checking the starting-final stopping distance at 400 m and the straight-line error at 100 m, with data collected every 10 m. The test results showed that a speed of 0.2 m·s⁻¹ results in the least stopping distance and straight-line error. Since the vehicle's movement is repetitive, it will keep the vehicle in the specified line as best as possible. Result from different P Control adjustments.

Keywords: Dripping machine, Automatic control system, Farm equipment

1 บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่เป็นอาหารหลักของคนในประเทศและเป็นสินค้าที่ส่งออกที่สำคัญ ซึ่งการปลูกข้าวนี้สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ทั้งแบบปลูกด้วยเมล็ดหรือการใช้ต้นกล้า ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ (กรมการข้าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2566) สำหรับการปลูกด้วยเมล็ดสามารถทำได้โดยการ

หว่านหรือการหยอด ส่วนการปลูกด้วยต้นกล้าสามารถทำได้โดยการปักดำหรือการโยน ซึ่งการปักดำนั้นอาจจะใช้การปักดำด้วยแรงงานหรือใช้เครื่องดำนา เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตจะพบว่าการปักดำจะให้ผลผลิตที่สูงกว่าและประหยัดเมล็ดพันธุ์กว่าการปลูกด้วยเมล็ด เพราะการหว่านทั่วไปมักประสบปัญหาเรื่องวัชพืชนาข้าว แม้ว่าการปลูกข้าวด้วยการปักดำจะให้ผลผลิตที่สูง แต่ปัญหาด้านแรงงาน รวมทั้งราคาจ้างแรงงานที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้

Received: April 01, 2023

Revised: May 13, 2025

Accepted: August 26, 2025

Available online: December 22, 2025

เกษตรบางส่วนต้องใช้การหว่านแทน จึงทำให้ได้รับผลผลิตต่ำ ในส่วนบางพื้นที่มีการใช้เครื่องหยอดข้าวที่พ่วงกับรถแทรกเตอร์หรือการลากด้วยคน

การพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องจักรในการเกษตรพบทั้งในและต่างประเทศที่นำเอาระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติมาช่วยทำงาน เพื่อลดการทำงานด้วยแรงงานคน เช่น การใช้ระบบ GPS (Global Position System) ควบคุมรถแทรกเตอร์ ที่เสนอโดย เกรียงไกร แซมสีม่วง และคณะ (2560) ระบบหยอดข้าวแบบอัตโนมัติถูกนำเสนอโดย มงคล เอกปัญญาพงศ์ และคณะ (2557) เป็นต้น โดยระบบการนำทางแบบอัตโนมัติด้วยการประยุกต์ใช้ระบบ GPS มาใช้นั้นจะเข้ามาช่วยในส่วนการกำหนดทิศทาง หรือวางแผนการเคลื่อนที่ของเครื่องต้นกำลัง

ในการออกแบบเครื่องหยอดข้าวแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วย GPS ได้มีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน อาทิ เช่น การนำทางโดยใช้ประกอบกับการระบุตำแหน่งของตนเอง ประกอบกับระบบ GPS ได้มีราคาถูกลง ทำให้มีการติดตั้งบนอุปกรณ์หลายประเภทเพื่อใช้งาน ในปัจจุบันมีผู้คิดค้นยานยนต์ไร้คนขับ แต่ยังมีต้นทุนในการสร้างที่สูง และยังไม่แพร่หลายโดยเฉพาะในประเทศไทยเทคโนโลยีดังกล่าวยังไม่มีให้เห็นมากนัก สำหรับการพัฒนาระบบนำทางด้วย GPS ในประเทศไทย มีใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะระบบการนำทาง ระบบติดตามรถยนต์ หรือใช้งานทางได้การเกษตรให้รถทางการเกษตรที่มีอยู่สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น และมีประสิทธิภาพในการทำงาน (Odolinski et al., 2017)

ในงานวิจัยนี้ได้เสนอการประยุกต์ใช้ระบบ GPS ที่ติดตั้งในตัวรถสำหรับเครื่องหยอดข้าว เพื่อทดสอบความแม่นยำในการเคลื่อนที่ในแปลง สำหรับเป็นแนวทางนำไปพัฒนาในเครื่องจักรกลเกษตรอื่นๆ

2 อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ส่วนประกอบของเครื่อง

ส่วนประกอบของการออกแบบและพัฒนาระบบนำทางด้วย GPS สำหรับเครื่องหยอดข้าวระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องหยอดการติดตั้งระบบ GPS ในตัวรถที่มีต้นกำลังขนาด 6.5 hp และมีระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ โดยอุปกรณ์และลักษณะการติดตั้งแสดงดัง Figure 1 ดังนี้

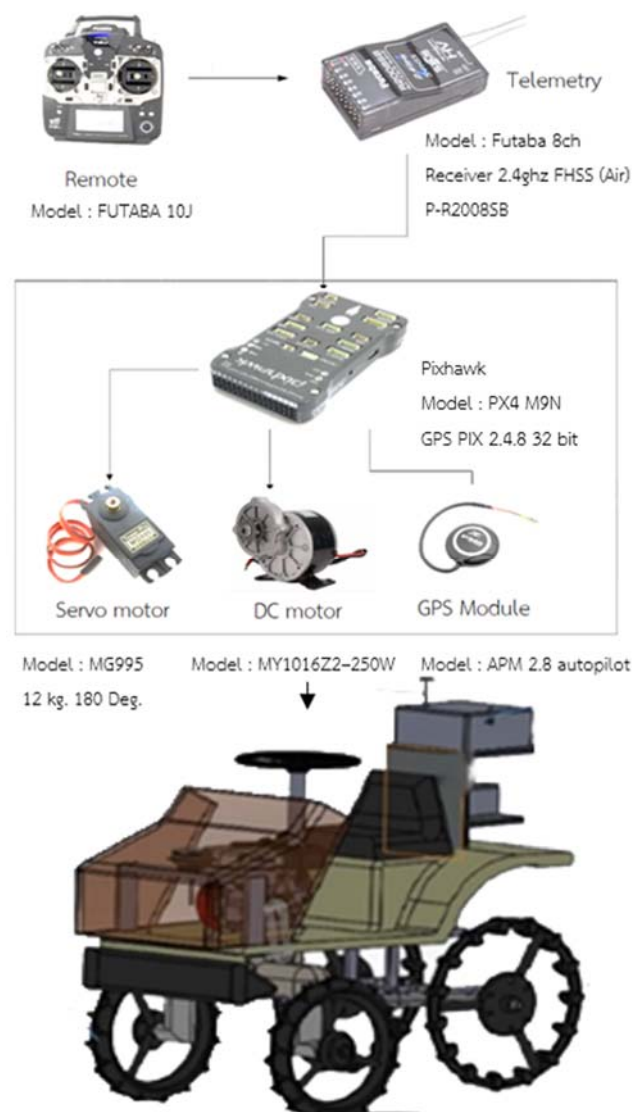


Figure 1 GPS navigation for a vehicle system.

ใน Figure 1 การควบคุมการเคลื่อนที่สามารถทำได้เมื่อระบบ GPS ตรวจจับตำแหน่งแล้วพบว่าตำแหน่งของรถอยู่นอกเส้นทางที่กำหนดหรือได้รับคำสั่งจากรีโมตคอนโทรลให้มีการเคลื่อน โดยบอร์ด pixhawk จะประมวลผลและส่งสัญญาณผ่านชุดควบคุมที่มีการปรับแรงดันไฟฟ้าผ่านชุดรีเลย์ให้ระบบการเคลื่อนที่มีมอเตอร์ขนาด 250 W แรงดันไฟกระแสตรง 12 V หมุนไปในทิศทางที่บังคับพวงมาลัยของตัวรถและขณะเดียวกันระบบคลัสซ์

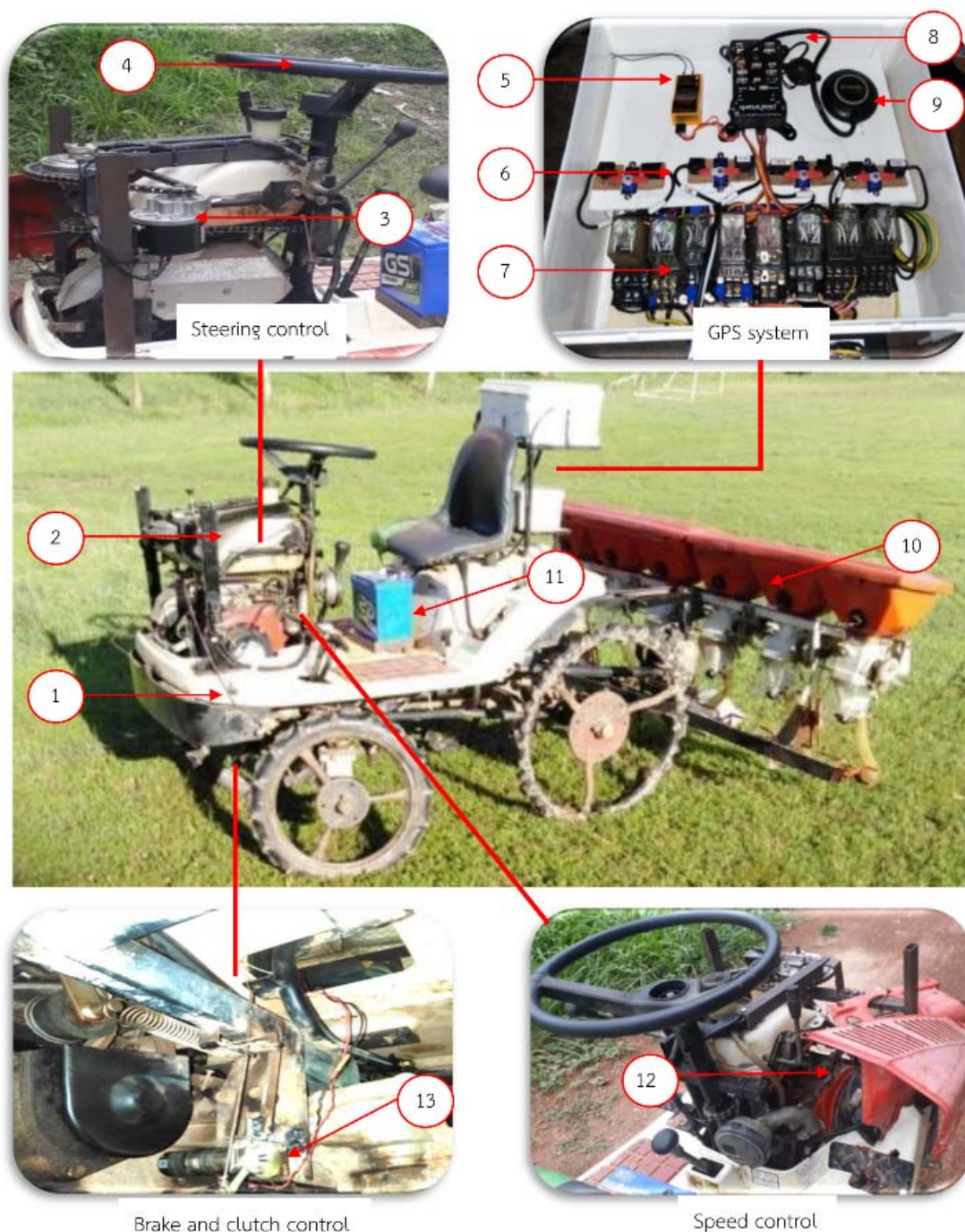


Figure 2 Position for the device installation of the machine.

แบบแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำงานเพื่อส่งถ่ายกำลังจากฟันเฟืองโซ่ที่ได้รับจากมอเตอร์ไปยังแกนพวงมาลัยรถด้วยฟันเฟืองโซ่ที่มีอัตราทด 3:1 และระบบคลัสซ์จะหยุดทำงานเมื่อไม่มีสัญญาณเลี้ยว นอกจากนี้การเลี้ยวยังสามารถหมุนพวงมาลัยจากคนขับโดยจะไม่ส่งผลต่อมอเตอร์เพราะระบบคลัสซ์หยุดทำงาน โดยการติดตั้งของระบบควบคุมแสดงตาม Figure 2

ตำแหน่งการออกแบบต่างๆ ใน Figure 2 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. คือ โครงรถและระบบขับเคลื่อน
2. คือ เครื่องยนต์ขนาด 6.5 แรงม้า
3. คือ ระบบมอเตอร์ควบคุมการหมุนของพวงมาลัย

4. คือ พวงมาลัยบังคับด้วยมือ
5. คือ Telemetry เชื่อมต่อแบบไร้สาย
6. คือ เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง
7. คือ รีเลย์สำหรับจ่ายไฟให้มอเตอร์
8. คือ บอร์ด pixhawk
9. คือ GPS Module
10. คือ ชุดหยอดข้าวแบบ 8 แถว
11. คือ แบตเตอรี่
12. คือ ชุดคันเร่งที่ควบคุมด้วย servo motor
13. คือ ชุดเบรกและคลัสซ์

2.2 การควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถ

การบังคับทิศทางของตัวรถจะสามารถทำได้อยู่ 3 วิธีการ คือ วิธีแรกจะเป็นการใช้คนขับโดยการนั่งขับที่ตัวรถ วิธีที่สองจะเป็นการควบคุมทิศทางด้วยการบังคับทางไกลด้วยชุดรีโมตคอนโทรลบังคับ สามารถส่งเลี้ยวซ้าย-ขวา เร่งหรือหยุดด้วยปุ่มที่รีโมตคอนโทรล และวิธีสุดท้ายจะเป็นการสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรม Mission Planner ด้วยการรับตำแหน่งของ GPS module ซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด pixhawk ที่ใช้การตั้งค่าด้วยโปรแกรม Mission Planner เมื่อสัญญาณตำแหน่งจาก GPS ที่อยู่ในรูปแบบละติจูดและลองจิจูด ถูกส่งมาโปรแกรม Mission Planner จะคำนวณตำแหน่งปัจจุบันเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมจะส่งสัญญาณออกมาผ่านบอร์ด pixhawk และสั่งให้เซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวทำงาน เพื่อจะให้บังคับการเลี้ยวของตัวรถที่ถูกต้องตามเส้นทาง โดยการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่แสดงใน Figure 3



Figure 3 pattern for driving a vehicle.

Figure 4 แสดงลำดับการทำงานของระบบการควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถสำหรับการใช้ระบบ GPS เมื่อระบุเส้นในโปรแกรมและ GPS ตรวจจับตำแหน่งจะส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมการเลี้ยวของตัวรถให้ตรงกับที่ได้ตั้งกำหนดเอาไว้

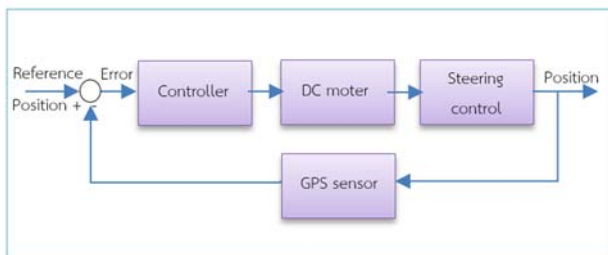


Figure 4 Automatic with GPS navigation for the vehicle.

2.3 การตั้งค่าการเคลื่อนที่ของตัวรถ

การปรับระบบ PID Control (proportional integral derivative control) ในโปรแกรม Mission Planner ซึ่งจะถูกใช้สำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวรถของเครื่องหยอดข้าวในงานวิจัยนี้ เมื่อตั้งค่าให้มีการเคลื่อนแบบอัตโนมัติจะพบว่า ระบบการบังคับเลี้ยวที่สั่งงานให้พวงมาลัยตัวรถมีการเลี้ยวแบบกระตุกหันหรือไม่รักษาดำเนินทางที่ได้ถูกกำหนดไว้ ซึ่งในการแก้ไขจะต้องมีการปรับตั้งรูปแบบการควบคุมในโปรแกรม Mission Planner ซึ่งจะตั้งค่าของระบบ PID Control เป็นกระบวนการที่นำมาใช้ในระบบการควบคุม โดยสามารถแก้ไข

ปัญหาการเกิด Offset Error ที่สถานะคงตัวของระบบได้ โดยการปรับจูน PID ในโปรแกรมจะต้องเข้าไปตั้งค่าในโปรแกรม Mission Planner โดยเข้าไปที่หน้า config/Tuning แล้วไปที่ Basic tuning วิธีการปรับจูน PID หรือ Proportional ON-OFF Control หรือ Bang-bang Controller เป็นกระบวนการควบคุมแบบดั้งเดิม ซึ่งมักจะเกิดปัญหาในเรื่องของการเกิดค่า Overshoot หรือ Undershoot โดยการใช้งานตัวควบคุมแบบ On-Off Control นั้น จำเป็นต้องมีการตั้งค่า Hysteresis ในการควบคุมด้วย (อามินท์ หล้าวงศ์ และคณะ. 2563)

สำหรับการตั้งค่าของ P Control (Proportional Control) ที่เป็นกระบวนการควบคุมที่ออกแบบมาเพื่อแก้ไขปัญหาของการเกิด Overshoot หรือ Undershoot ซึ่งทำให้ลดลงได้ แต่ก็ยังไม่สามารถเข้าสู่ค่า Set Point หรือตำแหน่งที่ต้องการ เนื่องจากเกิดค่า Offset Error ที่สถานะคงตัวของระบบ แสดงใน Figure 5.

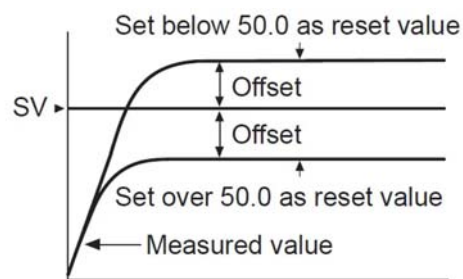


Figure 5 P Control setting with OFFSET Error.

ในการปรับระบบให้มีเสถียรภาพ ขั้นแรกให้ตั้งค่าอัตราขยายปริพันธ์ (Ki) และอัตราขยายอนุพันธ์ (Kd) เป็นศูนย์ และเพิ่มค่าอัตราขยายสัดส่วน (Kp) จนกระทั่งสัญญาณขาออกเกิดการแกว่ง (oscillate) แล้วตั้งค่า Kp ให้เหลือครึ่งหนึ่งของค่าที่ทำให้เกิดการแกว่งสำหรับการตอบสนองชนิด quarter amplitude decay แล้วเพิ่ม Kd จนกระทั่งค่า offset ถูกต้องในเวลาที่พักของกระบวนการ แต่ถ้า Kd มากไปจะทำให้ไม่มีความเสถียร หากต้องการให้เพิ่มค่า Ki จนกระทั่ง loop การเคลื่อนที่อยูในระดับที่ยอมรับได้ แต่หากค่าของ Ki มากเกินไปจะเป็นเหตุให้การตอบสนองและ Overshoot เกินที่จะยอมรับได้ โดยทั่วไปการปรับ PID การเกิด Overshoot เล็กน้อยจะช่วยให้เข้าสู่จุดที่ต้องการเร็วขึ้น แต่ในบางระบบไม่สามารถยอมให้เกิด Overshoot ได้และถ้าค่า Kp น้อยเกินไปก็จะทำให้เกิดการแกว่งโดยการตั้งค่าใน Table 1 และลักษณะของทิศทางสำหรับการปรับตั้งจะแสดงใน Figure 6 โดยเมื่อรถอยู่ในแนวเส้นที่กำหนดก็จะเคลื่อนที่เรื่อยๆ และหากตรวจพบว่าทิศทางเริ่มมีการเบี่ยงไปทางซ้ายหรือขวา บอร์ด pixhawk จะส่งสัญญาณสั่งให้วงจรรอบของพวงมาลัยของรถให้เลี้ยวขวาแบบช้าๆ เพื่อรักษาทิศทางและไม่ให้ตัวรถเหวี่ยงเข้าเร็วเกินไป และในทางกลับกันหาตรวจพบว่าทิศทางเคลื่อนที่ของตัวรถเริ่มออกนอกเส้นทางไปทางขวา บอร์ด pixhawk ก็จะสั่งให้ตัวรถเลี้ยวซ้ายแบบค่อยๆ เข้าเส้น เพื่อรักษาความสมดุลของตัวรถเช่นกัน (Ang et al., 2005).

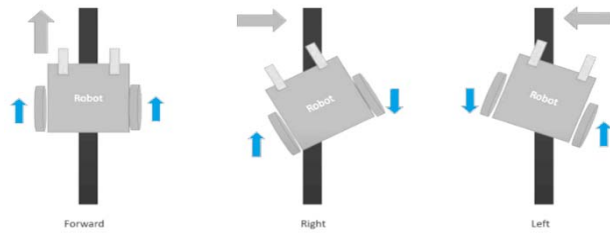


Figure 6 PID - Line follower simulation.

Table 1. P Control check result display

Closed - Loopa ble	Riseti me	Over shoot	Settin g time	Stead y- state error	Stabi- lity
Increas ing Kp	Decre ase	Increa se	Small Increa se	Decre ase	Degra de
Increas ing Ki	Small Decre ase	Increa se	Increa se	Large Decre ase	Degra de
Increas ing Kd	Small Decre ase	Decre ase	Decre ase	Minor Chang e	Impro ve

3 การทดสอบและบันทึกผล

การทดสอบการเคลื่อนที่ของระบบนำเส้นทางด้วย GPS สำหรับเครื่องหยอดข้าวเมื่อได้ปรับจูนและการตั้งค่าการเคลื่อนที่ของตัวรถจนได้เสร็จสิ้น จากนั้นจะทำการทดสอบ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบแรกจะเป็นการวัดความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้าย รูปแบบที่สองจะเป็นการตรวจวัดระยะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง ซึ่งในแต่ละรูปแบบจะทำการตั้งค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์ให้ตัวรถมีความเร็วเชิงเส้น 3 ระดับ 0.2 0.3 และ 0.4 m s⁻¹

3.1 ความผิดพลาดจากจุดเริ่มต้น-จุดสุดท้าย

ในการทดสอบระบบนำเส้นทางด้วย GPS สำหรับเครื่องหยอดข้าว รูปที่แรกจะทดสอบระบบระยะความผิดพลาดการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงโดยกำหนดเส้นทางในโปรแกรม Mission Planner เพื่อตั้งพิกัด GPS ในพื้นที่ที่กำหนดในการทดลอง เป็นระยะทาง 400 m เป็นรูปสี่เหลี่ยม การกำหนดจุดพิกัด GPS จะเริ่มต้นและจุดสุดท้ายให้เป็นจุดเดียวกัน เพื่อเช็คความแม่นยำของ GPS ซึ่งตัวรถจะกลับมาจอดจุดเดิมแล้วตรวจทำการวัด ระยะจุดจอดกับจุดเริ่มต้นระยะห่างกัน โดยการทดลองซ้ำ ทั้งหมด 5 ครั้ง แล้วบันทึกผล Figure 7. จะแสดงรูปแบบเส้นทางที่ได้กำหนดในโปรแกรม Mission Planner



Figure 7 Pattern for testing the distance of start-stop.

3.2 ความผิดพลาดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

การทดสอบการเคลื่อนที่ในระยะทางตรงเป็นระยะ 100 m โดยจะทำการตั้งเส้นทางให้รถวิ่งระบบอัตโนมัติ รถจะวิ่งเป็นเส้นตรงแล้วก็ทำการวัด จุดคลาดเคลื่อนซ้าย-ขวา ตามที่รถเคลื่อนที่ ทำการทดลองแบบนี้ใน 1 รอบจะได้ในการวัดระยะ ในแต่ละระยะทุกๆ 10 m จนถึงสิ้นสุด 100 m ซึ่งในแต่ละจุดที่ห่าง 10 m จะให้เครื่องหมายในการบันทึกผลดังนี้ (+) เมื่อตัวรถอยู่ทางด้านขวาของแนวเส้นตรง และ (-) เมื่อตัวรถอยู่ทางด้านซ้ายของแนวเส้นตรง และบริเวณตำแหน่งกลางของตัวรถจะใช้ผงปูนขาวให้เครื่องหยอดโรยเพื่อแสดงแนวในการเคลื่อนที่สำหรับวัดระยะทางที่ระยะที่ได้กำหนดเอาไว้ Figure 8 จะแสดงการตั้งรูปแบบตำแหน่งการเคลื่อนที่ของตัวรถในแนวเส้นตรงและตำแหน่งการบันทึกผล



Figure 8 Pattern for straight-line error.

4 ผลและวิจารณ์

4.1 ผลการทดสอบระยะจุดเริ่มต้น - จุดสุดท้าย

การทดสอบระยะจุดเริ่มต้น-จุดสุดท้าย เมื่อมีการปรับการปรับจูนระบบเสถียรภาพของบอร์ดและการทำงานของระบบมอเตอร์ในหัวข้อ 2.3 ที่ทำให้การเข้าแนวการเคลื่อนที่มีค่าเหมาะสมแล้วนั้น ผลการทดสอบระยะห่างจากการทดสอบจากจุดเริ่มต้น - สิ้นสุด โดยใช้ความเร็วของตัวรถในการเคลื่อนที่ 0.2 0.3 และ 0.4 m s⁻¹ ผลพบว่าการใช้ความเร็วมากจะมีผลต่อระยะความผิดพลาดอย่างมีนัยสำคัญคือ ที่ความเร็ว 0.2 0.3 และ 0.4 m s⁻¹ มีค่าเฉลี่ยและความเบี่ยงเบนของระยะห่างทั้ง 5 ครั้ง เท่ากับ 1.48±0.19, 1.84±0.15 และ 2.50±0.25 m. ซึ่ง

ระยะทางมากที่สุดจากการทดสอบจะเกิดขึ้นอยู่ที่ความเร็ว 0.4 m s^{-1} ที่ระยะ 2.8 m. และระยะทางน้อยสุดจากการทดสอบจะมีค่าเท่ากับ 1.2 m ที่ใช้ความเร็วรถ 0.2 m s^{-1} แสดงใน Figure 9 ผลการทดสอบของระยะจุดเริ่มต้นที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการทำงานของระบบการเคลื่อนที่ของตัวรถหยุดช้าในลำดับการทำงานในรอบถัดๆ ไป ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้แนวของแถวในการหยุดไม่ขนานกันในแต่ละรอบ และจากระยะทางที่เกิดขึ้นยังมีผลต่อชุดอุปกรณ์ GPS module ที่มีความแม่นยำในการระบุพิกัดไม่ละเอียดส่งผลทำให้บอร์ด pixhawk สั่งการผิดพลาดไปด้วย

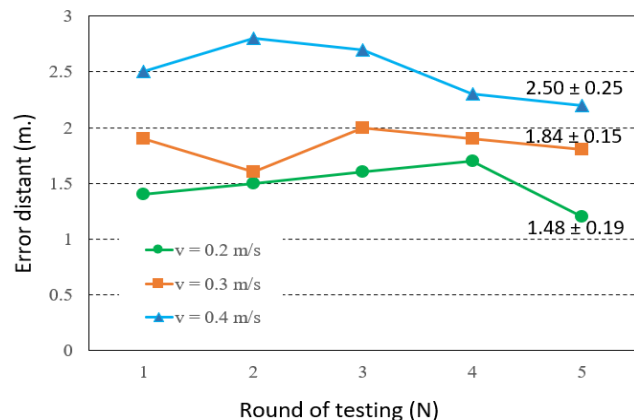


Figure 9 Result of testing for start-stop.

4.2 ผลความผิดพลาดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ผลการทดสอบความแม่นยำในแนวเส้นตรงเมื่อมีการใช้ความเร็วของตัวรถที่ต่างกันพบว่า ความเร็วจะมีผลต่อการแกว่งของตัวรถในแนวเส้นตรง คือ เมื่อใช้ความเร็วต่ำในการทดสอบใช้ 0.2 m s^{-1} เส้นทางการเคลื่อนที่ของตัวรถจะมีลักษณะเคลื่อนที่ในรูปแบบสลับฟันปลา โดยทิศทางของรถจะเบี่ยงซ้ายขวาสลับกันและมีระยะความผิดพลาดจากแนวเส้นตรงอยู่ในระยะต่ำ ซึ่งจากการทดสอบระยะที่ใช้ความเร็ว 0.2 m s^{-1} มีความผิดพลาดมากที่สุดที่ระยะ 55 cm ดังแสดงใน Figure 10 ซึ่งเมื่อเพิ่มความเร็วของตัวรถจาก 0.2 เป็น 0.3 และ 0.4 m s^{-1} จะส่งผลต่อการควบคุมของพวงมาลัยอย่างรวดเร็วขณะรถกำลังเคลื่อนที่และจะเกิดความผิดพลาดจากแนวเส้นตรงมากกว่าการใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถที่ช้ากว่า และยังส่งผลทำให้ตัวรถเบี่ยงออกนอกเส้นทางซ้าย หรือกว่าในระยะจุดในการวัดที่ต่อเนื่องกัน

จากผลทดสอบพบว่าการทดสอบค่าความผิดพลาดของตำแหน่งของรถในงานวิจัยให้ค่าผิดพลาดสูงกว่าผลงานวิจัยของ Valentea. et al., (2020) ซึ่งผลเกิดจากระบบของยานพาหนะในงานวิจัยใช้รถที่เป็นโครงสร้างของเครื่องดำน้ำที่เป็นโครงสร้างขนาดใหญ่ จึงส่งผลต่อระยะของตำแหน่งในการทดสอบ

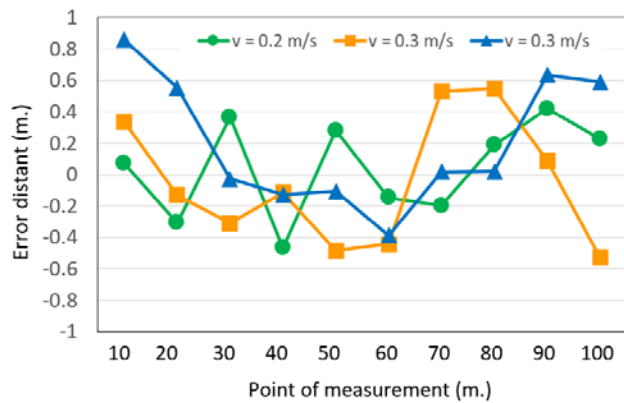


Figure 9 Result for testing of straight-line error.

5 สรุปผล

การควบคุมการขับเคลื่อนตัวรถสำหรับพวงท้ายอุปกรณ์หยุดช้า โดยใช้ระบบ GPS module ร่วมกับบอร์ด pixhawk และใช้โปรแกรม Mission Planner ในการกำหนดค่าและทิศทางในการเคลื่อนที่ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่าปัจจัยในการส่งผลในการควบคุมการเคลื่อนที่ได้แก่ ปัจจัยแรกคือ ระบบอุปกรณ์เช่นมอเตอร์บังคับการเลี้ยวซ้าย-ขวาที่ทำงานควบคู่กับระบบคลัสซ์ไฟฟ้าจะต้องใช้รีเลย์ที่ทนกระแสสูง เพื่อการทำงานที่ต่อเนื่อง ปัจจัยที่สองคือ การตั้งค่าต่างๆ ในโปรแกรม Mission Planner อย่างเช่น คือ Kp, Ki และ Kd จะต้องทำการปรับจูนให้มีความเหมาะสมจึงจะส่งผลทำให้ตัวรถมีเสถียรภาพ และปัจจัยสุดท้ายคือการตั้งค่าความเร็วในการทำงานของตัวรถที่เหมาะสมกับสถานะของแปลงหรือสภาพพื้นผิวในการเคลื่อนที่จะทำให้ทิศทางในการเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งที่ถูกกำหนดเอาไว้ได้อย่างแม่นยำ

อย่างไรก็ดี งานวิจัยนี้ยังเป็นต้นแบบสำหรับที่จะทำการพัฒนาต่อยอดให้สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะช่วยทำงานในงานเกษตร เพื่อลดค่าใช้จ่ายหรือทดแทนปัญหาการขาดแคลนแรงงานในภาคการเกษตรได้ในอนาคต

6 กิตติกรรมประกาศ

วิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ปีงบประมาณ 2562

7 เอกสารอ้างอิง

- กรมการข้าวกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2566. องค์ความรู้เรื่องพันธุ์ข้าว. แหล่งข้อมูล <http://www.brrd.in.th/rkb/>. เข้าถึงเมื่อ 2 มีนาคม 2566.
- เกรียงไกร แชมส์ม่วง มนุศักดิ์ จานทอง กระวี ตรีอานรรค วิชชาอุปถัมภ์. 2560. การพัฒนารถแทรกเตอร์อัตโนมัติไร้คนขับนำทางด้วยระบบ GPS สำหรับเกษตรกรกรรมสมัยใหม่. วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย 23(1), 39-54.
- ธีรวัฒน์ เจเถื่อน ฉัตริน เรืองจอหอ มงคล คราพันธ์ กมลชนก วงศ์สถาน พยุงศักดิ์ จุลยุเสน. การพัฒนาระบบควบคุมการ

- บังคับเขียวสำหรับรถแทรกเตอร์อัตโนมัติ. วารสารวิศวกรรม
ฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ 5(1), 1-11.
- มงคล เอกปัญญาพงศ์. 2557. หุ่นยนต์หยอดข้าวอัจฉริยะ.
แหล่งข้อมูล <http://www.it24hrs.com/2013/dropping-machine-for-thaifarmer/>. เข้าถึงเมื่อ 20 สิงหาคม 2565.
- อามินท์ หล้าวงศ์ ศุภกิจ เคิกศิริ. 2563. การศึกษาการหาค่าที่
เหมาะสมจากแบบจำลองฟิโอดีโดยใช้วิธีพื้นผิวตอบสนอง.
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
อุดรธานี 8(2), 105-117.
- Ang, K.H., Chong, G., Yun Li., 2005. PID control system
analysis, design, and technology". IEEE Transactions
on Control Systems Technology 13 (4), 559–576.
- Odolinski, R., Teunissen, P.J.G., 2017. Low-cost, high-
precision, single-frequency GPS–BDS RTK positioning.
GPS Solut 21, 1315–1330.
- Valentea, D.S.M., Mominb, A., Griftb, T., Hansenb, A.,
2020. Accuracy and precision evaluation of two low-
cost RTK global navigation satellite systems.
Computers and Electronics in Agriculture 168,
105142.