

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
Abstract.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ญ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	ฐ

บทที่

1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตและข้อตกลงงานวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย.....	3
1.5 สถานที่ทำงานวิจัย	3
1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4

บทที่

2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความเป็นมาโดยรวมของไก่เนื้อเชิงพาณิชย์	5
2.1.1 การอนุบาลและจัดการลูกไก่ (Brooding Management).....	6
2.1.2 การจัดการโภชนาการ (Nutrition Management).....	7
2.1.3 การจัดการโรงเรือน (Housing and Environment Management)	7

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.1.4	การดูแลสุขภาพและการป้องกันโรค (Health and Biosecurity)	8
2.1.5	ระยะเวลาในการเลี้ยงและเก็บผลผลิต (Production Cycle)	8
2.1.6	ความสำคัญของ Ross 308 ต่ออุตสาหกรรมและผู้บริโภค	8
2.2	ผลกระทบของแอมโมเนียและความชื้นที่ไม่เหมาะสมต่อสุขภาพไก่	9
2.2.1	ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia) ในโรงเรือนเลี้ยงไก่	9
2.2.2	ความชื้น (Humidity) ในโรงเรือนเลี้ยงไก่	10
2.3	ความชื้นในดิน (SOIL MOISTURE)	11
2.3.1	การพรวนดิน	11
2.4	การออกแบบและคำนวณของรถพลิกเกลบนำทางแบบอัตโนมัติ	12
2.4.1	แรงต้านการหมุนของล้อ	13
2.4.2	แรงต้านอากาศหรือแรงดูดอากาศ	14
2.4.3	แรงต้านทางขึ้น	16
2.4.4	แรงต้านทั้งหมด (R_2)	17
2.4.5	กำลังมอเตอร์	18
2.4.6	อัตราการใช้เชื้อเพลิง	18
2.4.7	การคำนวณหาทอร์กที่มอเตอร์ส่งให้ล้อ	18
2.5	การคำนวณพลังของทั้งหมดของรถซึ่งจะนำมาขนาดของแบตเตอรี่	19
2.5.1	มอเตอร์กระแสตรง	19
2.5.2	กฎของโอห์ม	20
2.5.3	กำลังไฟฟ้ากับกฎของโอห์ม	20
2.6	ระบบขับเคลื่อนและการเลี้ยง	21
2.7	แบบจำลองโครงสร้างด้วยคอมพิวเตอร์	22
2.7.1	Finite Element Method	23
2.7.2	จุดศูนย์กลางถ่วง (Center of gravity)	25
2.8	ระบบควบคุม	27
2.8.1	องค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.2	ประเภทของระบบควบคุม.....	28
2.8.3	ตัวควบคุม PID.....	29
2.9	การระบุเอกลักษณ์ระบบ	31
2.9.1	ขั้นตอนของกระบวนการระบุเอกลักษณ์ของระบบ	32
2.10	รีโมทวิทยุเครื่องบิน (AIRCRAFT RADIO REMOTE CONTROL).....	34
2.10.1	ส่วนประกอบของรีโมทวิทยุเครื่องบิน.....	34
2.10.2	หลักการทำงานของระบบรีโมทวิทยุ.....	34
2.10.3	คลื่นความถี่ที่นิยมใช้ในการควบคุมรีโมทวิทยุ.....	35
2.10.4	รูปแบบของสัญญาณควบคุม	35
2.11	การสื่อสารไร้สายผ่าน WI-FI	36
2.11.1	เอ็มคิวทีที โปรโตคอล (MQTT Protocol)	36
2.11.2	Ultra-wideband (UWB).....	37
2.12	การหาตำแหน่ง.....	38
2.12.1	การหาตำแหน่งในอาคาร (Indoor Positioning)	38
2.12.2	Received Signal Strength Indicator (RSSI).....	40
2.12.3	Trilateration	40
2.13	ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	43
2.13.1	งานวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงไก่.....	43
2.13.2	งานวิจัยเกี่ยวกับออกแบบระบบควบคุมและการเลี้ยง	44
2.13.3	งานวิจัยเกี่ยวกับแผนที่.....	47
2.14	สรุป	48
บทที่		
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	50
3.1	บทนำ	50
3.2	รถพลิกแกลบนำทางแบบอัตโนมัติสำหรับใช้งานในโรงเลี้ยงไก่	51
3.2.1	มอเตอร์กระแสตรงและเอนโค้ดเดอร์	53

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.2 เซนเซอร์อัลตราโซนิก.....	54
3.2.3 แบตเตอรี่ลิเทียม-ไอออน ฟอสเฟต (LFP)	55
3.3 การระบุตำแหน่งรถในโรงเลี้ยงไก่.....	55
3.4 ทดสอบความแข็งแรงของโครงสร้างและหาจุดศูนย์ถ่วง	56
3.5 การออกแบบระบบรถพลิกแกลบนำทางแบบอัตโนมัติสำหรับใช้งานในโรงเลี้ยงไก่	57
3.5.1 ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง.....	58
3.5.2 ระบบตรวจสอบแบตเตอรี่.....	59
3.6 ออกแบบระบบควบคุม PI.....	60
3.6.1 วิธีการทำSystem Identification	60
3.7 สรุป.....	63

บทที่

4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	65
4.1 บทนำ	65
4.2 ความสามารถระบุตำแหน่งเซ็นเซอร์ ESP32 UWB DW1000	65
4.3 ผลการทดสอบตัวควบคุม.....	69
4.4 ผลการออกแบบระบบทำงานอัตโนมัติ	71
4.4.1 ระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง.....	71
4.4.2 ระบบตรวจสอบแบตเตอรี่.....	73
4.5 ผลการทดสอบรถพลิกแกลบและการควบคุมระยะทางไกล	75
4.6 สรุปผล	76

บทที่

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	78
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	78
5.2 ข้อเสนอแนะ	79

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง.....	80
ภาคผนวก	82
ประวัติผู้เขียน	83

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ ตามชนิดและสภาพของถนน.....	14
2.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านอากาศ (Drag Coefficient) ในรูปร่างต่างๆ.....	15
2.3 แสดงค่าคุณสมบัติของอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	15
2.5 ระดับแอมโมเนียและผลกระทบต่อไก่	43
4.1 ผลการวัดระยะตัวรับและตัวส่งของเซ็นเซอร์.....	66
4.2 ผลการระบุตำแหน่งด้วยวิธี Trilateration.....	68
4.3 ผลการทดสอบรีโมทควบคุมรถ	75
4.4 ผลการทดสอบรถพลิกกลับ	76

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 โรงเลี้ยงไก่ที่ปูเกลบผสม.....	1
2.1 ไก่พันธุ์ ross 308 และการจำแนกเพศ.....	6
2.2 (ก) แผนภาพส่วนประกอบของดิน (ข) แผนภาพปริมาณน้ำที่อุกอนุภาคของดินดูดซับไว้	11
2.3 (ก) ภาพตัวอย่างการพรุนดิน (ข) ภาพกราฟฟลักเกลบที่ใช้งานจริง.....	12
2.4 แรงต้านการหมุนของล้อที่เกิดจากการยุบตัวของยางซึ่งกลิ้งบนถนน	13
2.5 ลักษณะการเกิดแรงต้านทานจากความชื้น	16
2.6 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง	19
2.7 ทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวรถ	21
2.8 การคำนวณระยะทางที่ครอบคลุมในระบบขับเคลื่อนแบบดิฟเฟอเรนเชียล	21
2.9 ตัวอย่างการออกแบบรถฟลักเกลบนำทางแบบอัตโนมัติ.....	22
2.10 ตัวอย่างการจำลอง Finite Element Method.....	23
2.11 ไดอะแกรมพื้นฐานองค์ประกอบพื้นฐานของระบบควบคุม.....	27
2.12 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบเปิด.....	28
2.13 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบปิด.....	29
2.14 ระบบควบคุมป้อนกลับ	29
2.15 หลักการรับส่งข้อมูล	35
2.16 การรับส่งข้อมูลของ MQTT	36
2.17 (ก) ภาพตัวอย่างผิวหนังช่วงอกไก่อัสเสบ (ข) ภาพตัวอย่างไก่มีน้ำมูก	44
2.18 Yaw rate curves with k_{r0} increased by 5% (Tian et al., 2018)	45
2.19 Front wheel steering angle (Yang et al., 2021)	45
2.20 Comparison diagram of vehicle yaw rate (Yuan & Xun, 2022)	46
2.21 Navigation result of pure inertial navigation (Kang, 2022)	47

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.22 Response comparisons output from vehicle control model	48
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	50
3.2 โมเตอร์กระแสตรงและเอนโค้ดเดอร์บอร์ด ESP32 with Ultra-wideband	53
3.3 ESP32 UWB DW1000 (Ultra-Wideband).....	54
3.4 HC-SR04 Ultrasonic Sensor.....	54
3.5 แพ็คแบตเตอรี่ระบบ 24 โวลต์	55
3.6 พื้นที่จำลองหาตำแหน่งรถ.....	55
3.7 การทดสอบหาตำแหน่งรถ.....	56
3.8 แบบจำลองโครงสร้าง Yield strength	56
3.9 แบบจำลองโครงสร้างของระยะยุบ.....	57
3.10 จุดศูนย์ถ่วง.....	57
3.11 แผนผังระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง	58
3.12 แผนผังระบบตรวจสอบแบตเตอรี่	59
3.13 บล็อกไดอะแกรมที่ใช้เก็บข้อมูลใน Simulink	60
3.14 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของระบบสำหรับทำแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์	61
3.15 System Identification.....	62
3.16 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	62
4.1 การวัดเซ็นเซอร์ ESP32 UWB DW1000 ระหว่างจุด.....	65
4.2 ผลการเปรียบเทียบระยะจริงที่และค่าเซ็นเซอร์ที่วัดได้	67
4.3 ระบุตำแหน่งเซ็นเซอร์ ESP32 UWB DW1000	67
4.4 ผลการเปรียบเทียบตำแหน่งจริงที่และค่าเซ็นเซอร์ที่วัดได้.....	68
4.5 บล็อกไดอะแกรมในการทดสอบตัวควบคุม	69
4.6 ผลตอบสนองของตัวควบคุม	70

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7 บล็อกไดอะแกรมในการทดสอบตัวควบคุมในระบบจริง	70
4.8 Step response and system performance with PI-Controller (Simulation vs real system).....	71
4.9 แผนผังระบบตรวจจับสิ่งกีดขวาง	72
4.10 ผลการทดสอบเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง	73
4.11 แผนผังระบบตรวจสอบแบตเตอรี่	74
4.12 ผลการทดสอบเมื่อแบตเตอรี่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด	75
4.13 ผลการทดสอบรถพลิกกลบนำทางแบบอัตโนมัติ.....	76

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

อักษรย่อ

R_r	คือ	แรงต้านการหมุนของล้อ (N)
K_r	คือ	สัมประสิทธิ์แรงต้านการหมุนของล้อ
m_{car}	คือ	มวลของรถ (kg)
M_t	คือ	มวลของรถรวมกับมวลของน้ำหนักที่บรรทุก (kg)
m_{load}	คือ	มวลของน้ำหนักที่บรรทุก (kg)
g	คือ	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (m/s^2)
T	คือ	แรงต้านเนื่องจากการหมุนของล้อรถ (N)
R_a	คือ	แรงต้านอากาศหรือแรงฉุดอากาศ (N)
ρ	คือ	ความหนาแน่นของอากาศ (kg/m^3)
V^2	คือ	ความเร็ว (m/s)
A	คือ	พื้นที่ (m^2)
R_g	คือ	แรงต้านเนื่องจากความชัน (N)
G	คือ	ความชันในหน่วยเปอร์เซ็นต์ (%)
P_e	คือ	กำลังของมอเตอร์ (W)
F	คือ	แรงต้านทั้งหมด (N)
η_t	คือ	ประสิทธิภาพการถ่ายทอด (%)
E_p	คือ	พลังงาน (W)
V_p	คือ	แรงดันไฟฟ้า (V)
I_p	คือ	กระแสไฟฟ้า (A)
θ	คือ	มุมที่เลี้ยวได้ ($^\circ$)
S_0	คือ	ระยะจากจุดหมุนถึงล้อนอกสุด (m)
r	คือ	ระยะจากจุดหมุนถึงล้อในสุด (m)
b	คือ	ระยะล้อด้านขวาถึงล้อด้านซ้าย (m)