โครงงานสิ่งประดิษฐ์สมองกล

เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ (Automatic food changer)

จัดทำโครงงาน

1. นางสาวนูรฟิรดาวส์ อาแว นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3/2
2. นางสาวปัตราวาตี ปูลา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3/2
3. นางสาวมุสลีมะห์ ปาเนาะ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3/2

ครูที่ปรึกษาโครงงาน

1 .นางสาวฮุสนี อาบูวะ

2. นางสาวสุไฮดา ดือราแม

โรงเรียนธรรมพิทยาคาร

สำนักงานการศึกษาเอกชนอำเภอมายอ จังหวัดปัตตานี

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนา เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติสมองกลฝังตัว เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เลี้ยงสัตว์ที่ต้องการความสะดวกสบายและการดูแลสัตว์เลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพ เครื่องนี้สามารถตั้งเวลาในการเปลี่ยนอาหารและเลือกประเภทอาหารที่เหมาะสมสำหรับสัตว์เลี้ยง โดยใช้เทคโนโลยีสมองกลฝังตัวที่ควบคุมการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino หรือ ESP32

ระบบของเครื่องประกอบด้วยกลไกเปลี่ยนอาหารที่ใช้เซอร์โวมอเตอร์หรือมอเตอร์เกียร์สำหรับหมุนหรือเปิดปิดช่องจ่ายอาหารซึ่งเชื่อมต่อกับท่อ PVC ที่ออกแบบมาเพื่อแยกอาหารเป็นส่วนต่าง ๆ ระบบควบคุมเวลาใช้โมดูล RTC (Real Time Clock) เพื่อความแม่นยำ และมีหน้าจอแสดงผล (LCD หรือ OLED) สำหรับการตั้งค่าการทำงาน นอกจากนี้ยังมีระบบแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนอาหารผ่านเสียง (Buzzer) หรือผ่านแอปพลิเคชันในกรณีที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi

ผลลัพธ์ที่คาดหวังคือ เครื่องนี้จะช่วยลดภาระของผู้เลี้ยงสัตว์ เพิ่มความสะดวกในการจัดการอาหารสัตว์ และลดการสูญเสียอาหารที่ไม่ได้รับการบริโภค อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการดูแลสัตว์เลี้ยงให้มีสุขภาพที่ดีอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: สมองกลฝังตัว, เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ, Arduino, การตั้งเวลา, การเลี้ยงสัตว์

บทนำ

พื้นที่หลายแห่งมีการจัดการปศุสัตว์ในพื้นที่ของโรงเรียนเพื่อใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และฝึกทักษะเกี่ยวกับการเกษตรและการเลี้ยงสัตว์สำหรับนักเรียน การเลี้ยงสัตว์เหล่านี้จำเป็นต้องให้อาหารอย่างสม่ำเสมอและในปริมาณที่เหมาะสม แต่ด้วยจำนวนสัตว์ที่มากและตารางเวลาของนักเรียนหรือผู้ดูแลที่ไม่แน่นอน อาจทำให้เกิดปัญหาในการให้อาหารตามเวลาที่เหมาะสม การพัฒนา "เครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติ" สำหรับสวนปศุสัตว์ในโรงเรียนจะช่วยให้กระบวนการให้อาหารสัตว์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและลดภาระงานของผู้ดูแล ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และจัดการการเลี้ยงสัตว์ได้ดีขึ้น

ในโรงเรียนที่มีสวนปศุสัตว์ นักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะการเลี้ยงสัตว์และการดูแลสัตว์เพื่อการศึกษาและการเกษตร การให้อาหารสัตว์เป็นหนึ่งในกิจกรรมสำคัญที่ต้องทำอย่างสม่ำเสมอ แต่ด้วยจำนวนนักเรียนและผู้ดูแลที่มีหลายหน้าที่ การให้อาหารสัตว์ทุกวันอาจเป็นภาระและไม่สามารถทำได้ตามเวลาที่กำหนด การพัฒนาเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติจะช่วยลดภาระในการจัดการนี้ โดยเครื่องจะสามารถจ่ายอาหารได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ ทำให้สัตว์ได้รับอาหารตรงเวลาและเพียงพอ

ในปัจจุบัน การให้อาหารสัตว์ในสวนปศุสัตว์ของโรงเรียนบางครั้งอาจไม่เป็นไปตามตารางเวลาเนื่องจากตารางเรียนที่แน่นหรืองานอื่นที่ต้องทำในโรงเรียน นอกจากนี้ การให้อาหารด้วยมืออาจทำให้เกิดการให้อาหารมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ การพัฒนาเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติ

จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยจะช่วยให้การให้อาหารเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและลดความเสี่ยงในการให้อาหารผิดพลาดโครงงานเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติไม่เพียงแต่จะช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำอาหาร แต่ยังสามารถสนับสนุนการมีสุขภาพดีและลดการทิ้งอาหารที่ไม่จำเป็นได้อีกด้วย เป็นโครงการที่มีประโยชน์ต่อสังคมอย่างมาก

วัตถุประสงค์

1. ออกแบบและสร้างเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เพื่อให้อาหารได้ง่ายสะดวกและไม่ต้องกังวลเมื่อออกไปสถานที่ไกล ๆ

2.. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่อง เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ

3. เพื่อส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า

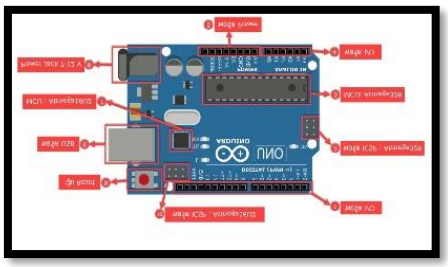
ขอบเขตของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์ที่สามารถเปลี่ยนประเภทอาหารได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้
2. เพื่อช่วยในการลดภาระของเจ้าของสัตว์เลี้ยงในการจัดการเรื่องเวลาให้อาหาร
3. เพื่อสนับสนุนการดูแลสัตว์อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการด้านโภชนาการ

การทบทวนวรรณกรรม

เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ มีส่วนประกอบทั้งหมด 2 ส่วนคือ ส่วนของ Software และส่วนของ Hardware โดยส่วนของ Hardware จะใช้ Arduino และชุดรีเลย์เป็นส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติโดยรับคำสั่งในการควบคุมการทำงาน จากส่วน Software จะใช้ชุดคำสั่งจากโปรแกรมบอร์ด Arduino ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ หลักการทำงานโดยรวมของเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ คือ เมื่อเปิดใช้งานตู้เครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ ซึ่งการควบคุมการทำงานจะรับข้อมูลจาก Arduino เมื่อรับข้อมูลแล้วระบบจะส่งคำสั่งข้อมูลต่อไปยังชุดรีเลย์เพื่อทำการส่งคำสั่งเปิดหรือปิดการทำงานของมอเตอร์เพื่อทำการจ่ายอาหาร ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบดังนี้

1. บอร์ด Arduino

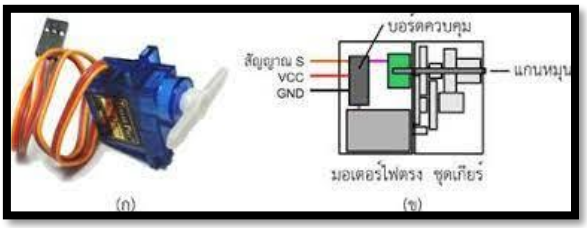


<u>รูปที่1</u> บอร์ด Arduino

บอร์ด Arduino แผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักพัฒนาและผู้สนใจด้านสมองกลสามารถสร้างและควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้ง่ายขึ้น โดยบอร์ด Arduino เป็นแพลตฟอร์มแบบโอเพ่น

ซอร์ส (Open Source) ที่สามารถนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ได้หลากหลาย เช่น หุ่นยนต์, ระบบบ้านอัจฉริยะ, และโครงการ IoT (Internet of Things) ความสำคัญของ Arduinoได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในแวดวงการศึกษา, งานวิจัย, และการพัฒนานวัตกรรม เนื่องจากมีต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย และมีชุมชนผู้ใช้งานทั่วโลกที่พร้อมสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาโปรเจกต์ต่าง ๆ

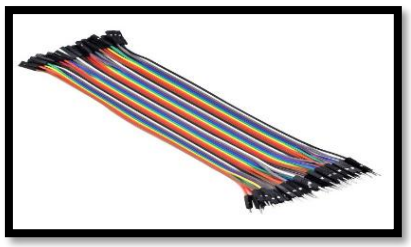
2. Servo motor



รูปที่2 Servo motor

ซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มักถูกนำมาใช้ในการควบคุมมุมหรือตำแหน่งเชิงเส้นที่มีความละเอียดสูง โดยเซอร์โวมอเตอร์จะประกอบด้วยมอเตอร์ ชุดเกียร์ และบอร์ดควบคุมรวมไว้เป็นโมดูลเดียวกัน และจะรับสัญญาณควบคุม (signal, S) เพียง 1 เส้น ไฟเลี้ยง VCC และกราวด์ GND อีกอย่างละ 1 เส้น รวมเป็น 3 เส้น โดยทั่วไปเราสามารถควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา (หมุนขวา) หรือ ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนซ้าย) ได้ โดยมีมุมในการหมุนตั้งแต่ 0 องศา ถึง 180 องศา นั่นคือ เซอร์โวจะหมุนได้เพียง 180 องศาหรือครึ่งรอบเท่านั้น โดยมีตำแหน่งกึ่งกลางอยู่ที่ 90 องศา สัญญาณ S ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ชนิดนี้จะเป็นสัญญาณที่มีการมอดูเลตความกว้างพัลส์ (Pulse Width Modulation, PWM) และมีระดับแรงดันแบบ TTL ระดับแรงดัน VCC ที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ในช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์

3. สายไฟจัมเปอร์



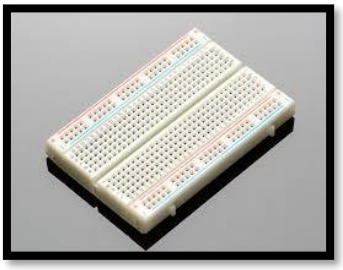
รูปที่3 สายไฟจัมเปอร์

สายไฟจัมเปอร์ โดยทั่วไปจัมเปอร์เป็นขั้วต่อโลหะขนาดเล็กที่ใช้ปิดหรือเปิดส่วนวงจร จัมเปอร์มีจุดเชื่อมต่อสองจุดขึ้นไปซึ่งควบคุมแผงวงจรไฟฟ้าหน้าที่ของมันคือการกำหนดค่าการตั้งค่าสำหรับอุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์ เช่น เมนบอร์ด

ประเภทของสายจั๊มเปอร์

1. จัมเปอร์แบบตัวผู้ต่อตัวผู้ 2. เสื้อกันหนาวชาย-หญิง 3. จัมเปอร์แบบตัวเมียถึงตัวเมีย

4. โพรโทบอร์ด (protoboard)



รูปที่4 โพรโทบอร์ด

โพรโทบอร์ด เป็นบอร์ดที่ใช้ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาว บนแผ่นมีรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรูมีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบที่มีการกำหนดไว้ เวลาทดลองก็เสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงไปให้ตัวนำภายในเชื่อมวงจรถึงกัน และอาจใช้สายไฟเสียบลงรูเพื่อเชื่อมวงจรไฟฟ้าได้เช่นกัน ข้อดีของโพรโทบอร์ดคือ ไม่ต้องออกแบบแผงวงจรและไม่ต้องบัดกรี แต่มีข้อเสียคือใช้ทดลองวงจรที่ทำงานที่ความถี่สูง ๆ ไม่ได้เนื่องมีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนในวงจร

5.เซนเซอร์โมดูล

รูปที่5 เซ็นเซอร์ระยะทาง

เป็นเซนเซอร์โมดูลสำหรับตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางแบบไม่สัมผัส โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งเป็นคลื่นเสียงความถี่สูงเกินกว่าการได้ยินของมนุษย์ วัดระยะได้ตั้งแต่ 2 – 400 เซนติเมตร หรือ 1 – 156 นิ้ว สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย ใช้พลังงานต่ำ เหมาะกับการนำไปประยุกต์ใช้งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ หรืองานด้านหุ่นยนต์ หลักการทำงาน จะเหมือนกันกับการตรวจจับวัตถุด้วยเสียงของค้างคาว โดยจะประกอบไปด้วยตัว รับ-ส่ง อัลตราโซนิก ตัวส่งจะส่งคลื่นความถี่ 40 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ เมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น, เวลาที่ใช้ในการเดินทางไป-กลับ (t) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะห่างของวัตถุ (S)

6.แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank)

รูปที่6 แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank)

แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank) ที่มีการออกแบบให้มีขนาดความจุมากขึ้นหลายๆเท่า เพื่อประโยชน์ในการใช้งานไว้เป็นพลังงานสำรอง โดยนำมาห่อหุ้มด้วยวัสดุกันระเบิดอย่างแน่นหนาเพื่อให้สะดวกพกพาในการเดินทาง ไว้เป็นพลังงานสำรองเพื่อชาร์จกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อิเลคโทรนิค (เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต กล้องดิจิตอล)

7.ท่อพีวีซี

รูปที่7 ท่อพีวีซี

ท่อ PVC คือ ท่อที่ทำขึ้นจากโพลิไวนิลคลอไรด์ โดยไม่ผสมพลาสติกไซเซอร์ ซึ่งชื่ออย่างเป็นทางการที่ได้ระบุใน มอก. คือ ท่อพีวีซีแข็ง แต่คนทั่วไปนั้นจะรู้จักมักคุ้นกันในชื่อท่อ PVC กันมากกว่า โดยในปัจจุบันท่อชนิดนี้เป็นที่นิยมอย่างมากในวงการก่อสร้าง เพราะด้วยคุณสมบัติที่ดีหลายอย่างไม่ว่าจะเป็น คุณสมบัติที่มีความเหนียวยืดหยุ่นตัวได้ดี ทนต่อแรงดันน้ำ ทนต่อการกัดกร่อน ไม่เป็นฉนวนนำไฟฟ้าเพราะไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า เป็นวัสดุไม่ติดไฟ น้ำหนักเบาอีกทั้งยังราคาถูกอีกด้วย ท่อ PVC จึงถูกนำมาใช้ในงานหลาย ๆ ระบบ อาทิเช่น ระบบประปา ระบบงานร้อยสายไฟฟ้า ระบบงานระบายน้ำทางการเกษตร/อุตสาหกรรม

วิธีการดำเนินงาน

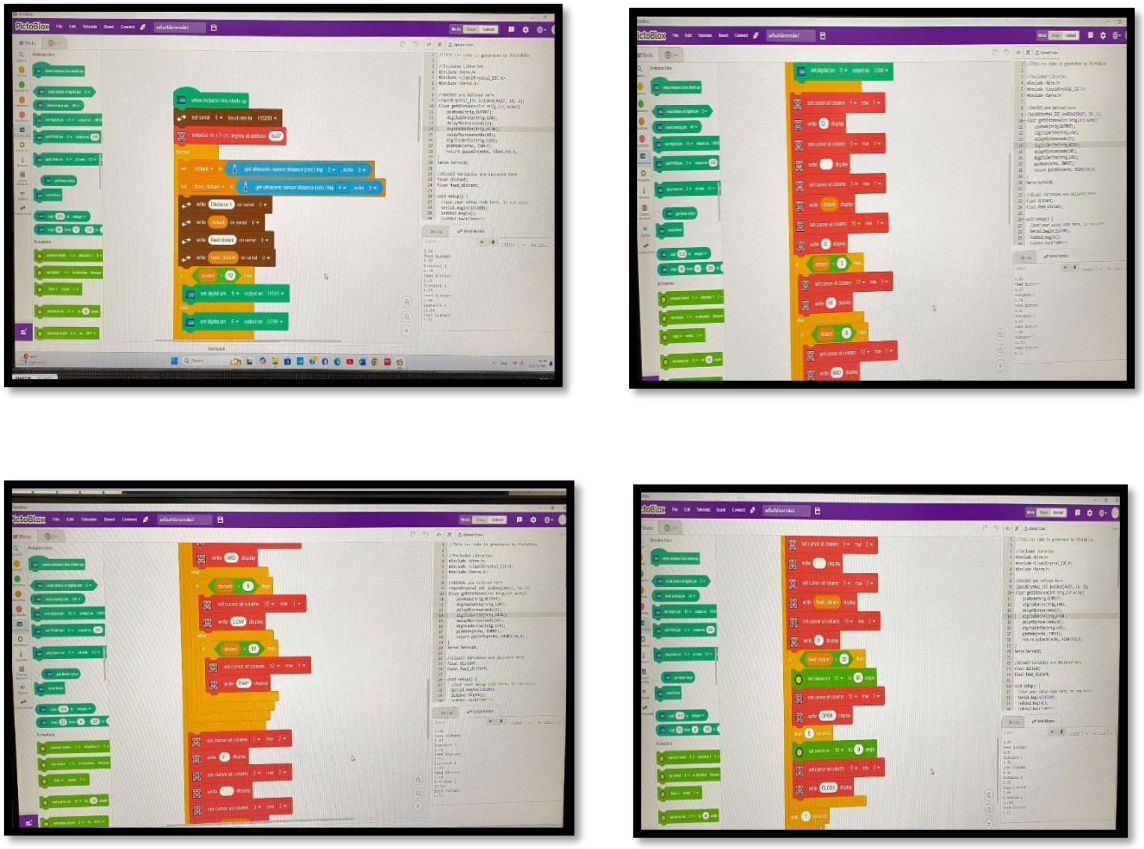
การดำเนินโครงงานสิ่งประดิษฐ์สมองกลฝังตัวเรื่องเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติโดยเริ่มจาก

1. ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับเครื่องให้อาหารไก่อัตโนมัติ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ในแบบต่างๆ และนำมาประยุกต์ไปใช้งานได้จริง
2. ทำการสั่งซื้อวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นในการทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้เรียบร้อย

3. ลงมือสร้างชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบไว้

รูปที่ 8 ชิ้นงานที่ได้ทำการออกแบบไว้

4. เริ่มด้วยการเขียนโค้ดเข้าสู่บอร์ด, Arduino เพื่อนำมาใช้กับเซนเซอร์ต่างๆ



รูปที่ 9 แสดงชุดคำสั่ง ในโปรแกรม Pictoblox

5. การทดสอบการทำงานของระบบเพื่อหาข้อบกพร่อง

6. ตรวจสอบและทดสอบวงจร

1. ทดสอบระบบทีละส่วน

- ทดสอบมอเตอร์หมุนตามคำสั่ง

- ทดสอบ RTC แสดงเวลาได้อย่างถูกต้อง
- ทดสอบเซ็นเซอร์วัดระดับอาหารและแสดงผล

2. รวมทุกส่วนเข้าด้วยกัน
    - ทดสอบการทำงานรวม เช่น การเปลี่ยนถาดอาหารอัตโนมัติตามเวลา

บันทึกผลการทดลองเครื่องเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติ

ผลการการดำเนินงาน

โครงงานเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติได้ดำเนินการพัฒนาตามขั้นตอนอย่างครบถ้วน โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถสรุปได้ดังนี้:

1. การออกแบบและสร้างต้นแบบ
   ต้นแบบเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้วัสดุที่หาได้ง่าย เช่น ท่อ PVC ซึ่งช่วยลดต้นทุน และโครงสร้างของเครื่องได้รับการออกแบบให้มีน้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย และทนทานต่อการใช้งานในระยะยาว การใช้ระบบสมองกลในการควบคุมการเปลี่ยนอาหารทำให้สามารถตั้งเวลาและปริมาณอาหารที่เหมาะสมได้ตามความต้องการของผู้เลี้ยงสัตว์
2. การพัฒนาและปรับปรุงระบบการทำงานอัตโนมัติ
   ระบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้เสถียร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประมวลผลคำสั่ง และมีเซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับสถานะของอาหาร เช่น เมื่ออาหารหมดหรือเหลือน้อย ฟังก์ชันการทำงานของเครื่องได้รับการทดสอบในสถานการณ์จริง เช่น การให้อาหารตามเวลาที่กำหนด และการเปลี่ยนอาหารโดยไม่ติดขัด ซึ่งผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ
3. ประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน
   เครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติช่วยลดภาระของผู้เลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่สามารถให้อาหารได้ตามเวลาที่กำหนด เช่น การทำงานนอกบ้านหรือการเดินทาง ผู้ทดลองใช้งานชื่นชมความสะดวกของระบบอัตโนมัติและความแม่นยำในการให้อาหาร รวมถึงความง่ายในการติดตั้งและดูแลรักษา
4. ผลกระทบต่อสัตว์เลี้ยง
   เครื่องนี้ช่วยให้สัตว์เลี้ยงได้รับอาหารในปริมาณที่เหมาะสมและตรงเวลา ส่งผลดีต่อสุขภาพและพฤติกรรมการกินของสัตว์ นอกจากนี้ยังช่วยรักษาความสะอาดของอาหาร ลดโอกาสที่อาหารจะปนเปื้อนหรือเน่าเสีย
5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
   การผสมผสานระหว่างสมองกลและการออกแบบทางวิศวกรรมช่วยให้เครื่องนี้เป็นนวัตกรรมที่

สามารถใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสามารถพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต เช่น การเพิ่มการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนหรือระบบแจ้งเตือนผ่านอินเทอร์เน็ต

6. การประเมินและข้อเสนอแนะ

แม้เครื่องต้นแบบจะทำงานได้ตามที่ตั้งเป้าหมาย แต่ยังมีข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งาน เช่น การเพิ่มความสามารถในการรองรับอาหารชนิดต่าง ๆ การปรับขนาดเครื่องให้เหมาะสมกับสัตว์เลี้ยงแต่ละประเภท และการพัฒนาให้รองรับพลังงานสำรอง เช่น โซลาร์เซลล์ในอนาคต

สรุปผลโครงงานเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติถือว่าประสบความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถใช้งานได้จริงและตอบโจทย์ความต้องการของผู้เลี้ยงสัตว์ ทั้งนี้ยังมีโอกาสพัฒนาและปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบายในอนาคต.

สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติได้รับการพัฒนาและดำเนินการตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยสามารถสร้างเครื่องต้นแบบที่ทำงานได้จริงและมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่สำคัญประกอบด้วย:

1. ระบบการเปลี่ยนอาหารอัตโนมัติทำงานได้ตามเวลาที่ตั้งไว้ โดยสามารถปรับปริมาณอาหารและรอบเวลาการเปลี่ยนอาหารได้
2. โครงสร้างของเครื่องถูกออกแบบให้มีความแข็งแรง น้ำหนักเบา ใช้งานง่าย และเหมาะสำหรับการผลิตในเชิงพาณิชย์
3. ช่วยลดภาระของผู้เลี้ยงสัตว์และส่งเสริมสุขภาพของสัตว์เลี้ยงโดยให้อาหารที่เหมาะสมในปริมาณและเวลาที่กำหนด
4. ใช้วัสดุที่ประหยัดต้นทุน เช่น ท่อ PVC และระบบควบคุมที่ใช้งานได้หลากหลาย

สรุปอภิปราย

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเครื่องเปลี่ยนอาหารสัตว์อัตโนมัติที่ใช้งานได้จริงในระดับต้นแบบ และมีศักยภาพในการพัฒนาต่อให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานที่หลากหลาย ทั้งในแง่การปรับปรุงการออกแบบและเพิ่มฟังก์ชันที่ทันสมัยเพื่อตอบโจทย์เทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะ

1. การเพิ่มแหล่งพลังงานทางเลือกติดตั้งแหล่งพลังงานสำรอง เช่น โซลาร์เซลล์ เพื่อให้เครื่องสามารถใช้งานได้ในพื้นที่ที่ไม่มี ไฟฟ้าหรือในกรณีไฟฟ้าดับ
2. ออกแบบช่องจ่ายอาหารให้เหมาะสมกับอาหารชนิดต่าง ๆ เช่น อาหารเม็ด อาหารเปียก หรืออาหารสด เพื่อลดปัญหาการติดขัด

เอกสารอ้างอิง

ชาญวิทย์ หอมเนียม. (2563). *การพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ด้วย Arduino*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เทคโนโลยีและนวัตกรรม.

สมชาย วิทย์รุ่งเรือง. (2565). *การออกแบบระบบสมองกลฝังตัว*. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์วิทยาการ.

สุนิสา พิชญนันท์ และคณะ. (2564). “การพัฒนาเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติควบคุมด้วย Arduino.” *วารสารนวัตกรรมเทคโนโลยี*, 12(2), 45-52.

พงษ์เทพ เกียรติธำรงค์. (2563). “การออกแบบระบบจ่ายอาหารสัตว์อัตโนมัติที่รองรับอาหารหลากหลายชนิด.” *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 15(1), 23-30.

Arduino.cc. (n.d.). *Official Arduino Documentation*. Retrieved from https://www.arduino.cc

RTC Module Tutorial. (2023). “Introduction to RTC Modules for Arduino Projects.” Retrieved from https://circuitdigest.com/tutorial/rtc-module