

การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ ABU 2022 “พิชิตวัฏจักรหอคอย สู่ดินแดนภารตะ”

Design and Created Robot ABU 2022

“Conquest the Tower Cycle to into the Land of Bharat”

พัชร อุ่นม่วง ธนโรจน์ ศรีฐาน วัฒนะ พงศ์หัวเกาะ ณัฐฐา ฉิมสุข

อภิวัฒน์ สร้อยทองกลาง สุธี เมืองเกษม วิฑูรย์ โคตรมณี และ สุประวิทย์ เมืองเจริญ*

Patcharee Unmuang, Thanarot Srithan, Watthana Phong Hua Koh,

Nattha Chimsuk, Apiwat Soithonglang, Suthee Muangkasm,

Wittarit Khotmanee and Supavit Muangjaroen*

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Industrial Education,

Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi

*E-mail: Supavit.m@mutsb.ac.th Tel. 0890762836

บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์ ABU 2022 ให้สามารถทำภารกิจ “พิชิตวัฏจักรหอคอย สู่ดินแดนภารตะ” โดยการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดอาดูโนในการควบคุมระบบกลไกของหุ่นยนต์โดยการรับสัญญาณอินพุตจาก จอยสติค เฟลย์สเทชั่นรุ่น พีเอสสอง ไร้สายสำหรับ อาดูโน เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมชุดขับเคลื่อนมอเตอร์และชุดควบคุมระบบนิวเมติกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ 2) เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino 3) เพื่อให้การออกแบบหุ่นยนต์ได้สอดคล้องกับกติกาและเงื่อนไขของการแข่งขัน ซึ่งมีการดำเนินงานของหุ่นยนต์ประกอบด้วย 1) หุ่นยนต์ตัวที่แรกต้องทำภารกิจทำลายหอคอยลาโกริ 2) หุ่นยนต์ตัวที่สองต้องโยนลูกบอลไปที่ บอลที่วางไว้บนตัวหุ่นยนต์ ซึ่งอยู่สูงจากพื้น 1,300 มม. และมีระยะห่าง 3,500 มม. และ 3) ให้หุ่นยนต์ไปคลีบลากริจากพื้น แล้วนำขึ้นมาวางบนฐานสูง 200 มม. ที่อยู่ห่างออกไปอย่างน้อย 1000 มม. ผลการทดลองปรากฏว่าการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022 โดยการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เข้ามาเป็นหน่วยประมวลผลควบคุมการทำงานตามคำสั่งของจอย PlayStation 2 และส่งข้อมูลมาที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เข้ามาประมวลผลตามคำสั่งในการบังคับหุ่นยนต์โดยวิธีการควบคุมจะควบคุมโดยการเขียนโปรแกรม และการทำงานของโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เพื่อให้หุ่นยนต์ R1 และ R2 ทำงานตามกฎ กติกา เพื่อควบคุมอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทำให้เกิดประโยชน์และเพิ่มประสิทธิภาพของการศึกษาและออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ให้สามารถทำภารกิจ “พิชิตวัฏจักรหอคอย สู่ดินแดนภารตะ” นั้นได้

คำสำคัญ : หุ่นยนต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบควบคุมมอเตอร์ ระบบนิวเมติกส์

Abstract

This research paper aims to create a robot ABU 2022 that can perform the mission “Conquest the Tower Cycle to into the Land of Bharat” by applying an Arduino microcontroller board to control the mechanical system of the robot by receiving signals. The input from the Joystick play station PS2 wireless for Arduino is used to send signals to control motion motor drives and pneumatic controllers. with the following objectives: 1) To study and design the structure of robots. 2) To study and design a motor control system with an Arduino microcontroller board and 3) In order to design the robot in

accordance with the rules and conditions of the competition. The operation of the robots consists of 1) the first robot must destroy the Lagori Tower, 2) the second robot must throw a ball at Ball placed on the robot which is 1,300 mm above the floor and has a distance of 3,500 mm., and 3) let the robot go to the Lagori from the floor, and then placed on a 200 mm high base at least 1000 mm. The results of the experiment show that the structure of the ABU 2022 robot was designed by using the Arduino Mega microcontroller board as a processing unit to control operations according to the commands of the PlayStation 2 joystick and send data to the Arduino Mega microcontroller board. Arduino Mega 2560 processed the commands to control the robot by programming and executing the program into the Arduino Mega 2560 microcontroller board, so that the robots R1 and R2 performed according to the rules. Therefore, it allowed controlling various control devices to develop, create benefits and increase the efficiency of studying and designing robot structures to be able to perform missions. “Conquest the Tower Cycle to into the Land of Bharat”.

Keywords : Robot, Microcontroller, Motor control system, Pneumatic system

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางการพัฒนาหุ่นยนต์เป็นอีกด้านหนึ่งที่ได้รับความสนใจจากเยาวชนไทย โดยการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับชาติมีหลายประเภทแตกต่างกันไปในทุก ๆ ปี ทั้งในด้านการออกแบบกลไกของหุ่นยนต์ (Khankasikam and Pilathoi, 2016) และการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ (Prakansamut, 1991) ให้เหมาะสมกับการแข่งขันในแต่ละปีรวมถึงปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะความรู้ความสามารถที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ (Muangjaroen and Bowonwattanadilok, 2018) ทำให้เห็นและได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ จากประสบการณ์ที่ได้รับ เอปียูโรบอตคอนเทสต์ (ABU Robot Contest) หรือที่เรียกสั้น ๆ ว่า “ABU Robocon” เป็นการการแข่งขันหุ่นยนต์ของนักศึกษาในระดับอาชีวศึกษา และระดับอุดมศึกษา ที่จัดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยกติกาที่ให้หุ่นยนต์ทำภารกิจในแต่ละปีจะให้นานาประเทศสมาชิกของเอปียูจะหมุนเวียนผลัดเปลี่ยนกันเป็นเจ้าภาพทุก ๆ ปี (Kotmanee and Muangjaroen, 2022)

จากอดีตที่ผ่านมาทางสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ได้เข้าร่วมแข่งขันในปี พ.ศ. 2556 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2013 ชื่อ “หุ่นยนต์พิทักษ์ รักโลกสีเขียว” ประเทศเวียดนามเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2014 ชื่อ “อูนไอรัก” โดยประเทศอินเดียเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ ต่อมาในปี พ.ศ. 2558 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2015 ชื่อ “หุ่นยนต์แบดมินตัน” โดยประเทศอินโดนีเซียเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen, 2017) ต่อมาในปี พ.ศ. 2559 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2016 ชื่อ “พลังงานบริสุทธิ์จุดประกายโลก” ประเทศไทยเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen, 2017) ต่อมาในปี พ.ศ. 2560 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2017 ชื่อ “ยุทธการจามรอน” โดยประเทศอินโดนีเซียเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen & Bowonwattanadilok, 2018) ต่อมาในปี พ.ศ. 2561 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2018 ชื่อ “ลูกช่วงมังกรบิน” โดยประเทศเวียดนามเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen, 2020) ต่อมาในปี พ.ศ. 2562 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2019 ชื่อ “ชีม้่าส่งสาร สะท้อนขุนเขา” โดยประเทศมองโกเลียเป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen & Kotmanee, 2021) ต่อมาในปี พ.ศ. 2563 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2020 ชื่อ “โรโบ รักบี้” โดยประเทศฟิลิปปินส์เป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen & Sukruen, 2021) และต่อมาในปี พ.ศ. 2564 ได้สร้างหุ่นยนต์เข้าแข่งขัน ABU 2021 ชื่อ “ดวลเกาทัณฑ์ สานฝันสู่แดนมังกร” โดยประเทศจีน เป็นผู้ออกแบบเกมการแข่งขันในฐานะเจ้าภาพ (Muangjaroen & Kotmanee, 2022) จากอดีต

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปัจจุบันทางสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย เพื่อเป็นตัวแทนประเทศไทยเข้าร่วมแข่งขันในระดับนานาชาติ จึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงความเหมาะสม เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำงานได้ตามเงื่อนไข

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้สร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ABU 2022 “พิชิตวิภูจักรหอคอย สุ่ดินแดนภารตะ” เข้าร่วมการแข่งขันครั้งที่ 21 การแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ชิงชนะเลิศประเทศไทย ประจำปี พ.ศ. 2565 (ABU Robot Contest Thailand Championship 2022: ABU 2022) โดยใช้ชื่อเกมการแข่งขันคือ “ลาโกรี (Lagori)” ซึ่งหุ่นยนต์สองตัวจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อทำคะแนนจากการที่ฝั่งผู้หาโยนบอลเพื่อทำลายหอคอยชื่อว่า “ลาโกรี (Lagori)” หลังจากนั้นผู้หาต้องพยายามที่จะสร้างหอคอยขึ้นมาใหม่โดยฝั่งผู้ตีจะพยายามโยนลูกบอลเพื่อขัดขวางการสร้างหอคอย และทำตามเงื่อนไข กฎกติกาของการแข่งขันหุ่นยนต์และเป็นการพัฒนาความรู้ (Tanaon *et al.*, 2011) และ (Noomuang *et al.*, 2014) และศักยภาพของผู้วิจัย ซึ่งภายในการแข่งขันนั้นจะมีกติกาและเงื่อนไขที่เราต้องทำให้สำเร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.1.1 เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022
- 1.1.2 เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- 1.1.3 เพื่อออกแบบหุ่นยนต์ได้สอดคล้องกับกติกาและเงื่อนไขของการแข่งขัน ABU 2022

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา

2.1 ความเป็นมาของเกมการแข่งขัน

ลาโกรี (Lagori) เป็นการละเล่นที่มีมาแต่โบราณที่เล่นกันมายาวนาน โดยมีจุดกำเนิดจากทางใต้ของประเทศ อินเดีย ลาโกรีเป็นเกมที่แพร่หลายที่สุดในอินเดีย ช่วง ค.ศ. 1990 ได้มีการบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษรใน คัมภีร์ Bhagavata Purana ของศาสนาฮินดูเมื่อ 5000 ปีก่อน โดยกล่าวว่าพระกฤษณะได้เล่นเกมนี้กับสหาย โดยผู้เล่นแบ่งออกเป็นสองทีม (ทีม 1: “ผู้หา” และ ทีม 2: “ผู้ตี”) เกมเริ่มจากการที่ฝั่งผู้หาโยนบอลเพื่อทำลายหอคอยชื่อว่า “ลาโกรี (Lagori)” หลังจากนั้นผู้หาต้องพยายามที่จะสร้างหอคอยขึ้นมาใหม่ ฝั่งผู้ตีจะพยายามโยนลูกบอลเพื่อขัดขวาง

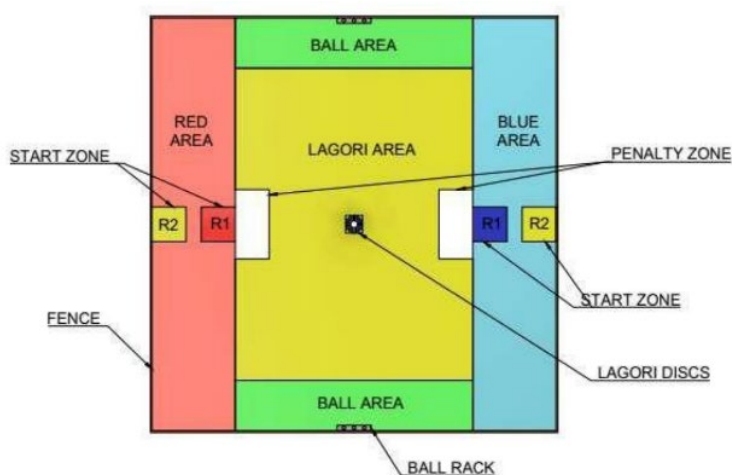


ภาพที่ 1 เกมการแข่งขัน

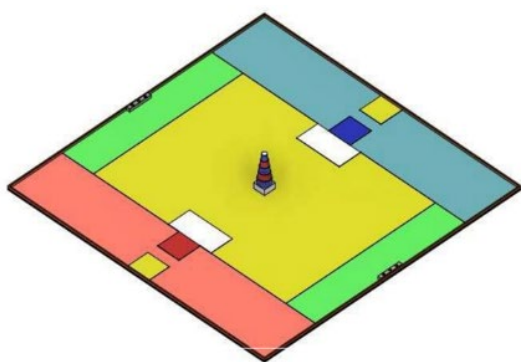
2.2 รูปแบบของการแข่งขัน

- 2.2.1 แต่ละทีมต้องสร้างหุ่นยนต์จำนวน 2 ตัว (Robot 1, Robot 2)
- 2.2.2 การแข่งขันมี 2 รอบ (รอบที่ 1, รอบที่ 2) ต่อ 1 เกม
- 2.2.3 กรรมการจะกำหนดให้แต่ละทีมเล่นบทบาทเป็น Seeker (ผู้หา) และ Hitter (ผู้ตี) โดยจะสลับกันไปในแต่ละ รอบ เช่น รอบที่ 1 ทีมสีแดงเป็น Seeker (ผู้หา) และทีมสีน้ำเงินเป็น Hitter (ผู้ตี) ในรอบที่ 2 ทีมสีแดงจะ สลับเป็น Hitter (ผู้ตี) และทีมสีน้ำเงินจะสลับเป็น Seeker (ผู้หา)
- 2.2.4 เมื่อเริ่มต้นเกม Seeker (ผู้หา) จะทำการโยนลูกบอลไปที่กองแผ่นลาโกรี (Lagori) และตั้งแผ่นลาโกริกลับขึ้นมาใหม่ให้เหมือนในตอนเริ่มเกม Seeker (ผู้หา) จะได้คะแนนตามจำนวนแผ่นลาโกรีที่แตกออกจากกอง และตามจำนวนแผ่นลาโกรีที่ตั้งขึ้นมาใหม่

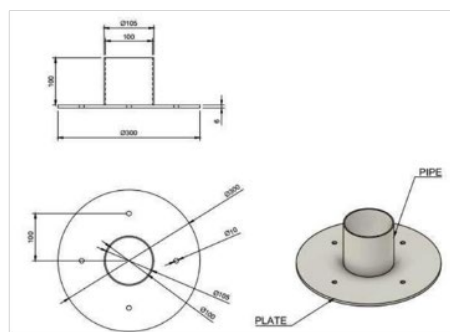
2.2.5 Hitter (ผู้ตี) โยนลูกบอลเพื่อป้องกันไม่ให้ Seeker (ผู้หา) สามารถตั้งกองแผ่นลาโกริกลับขึ้นมาได้



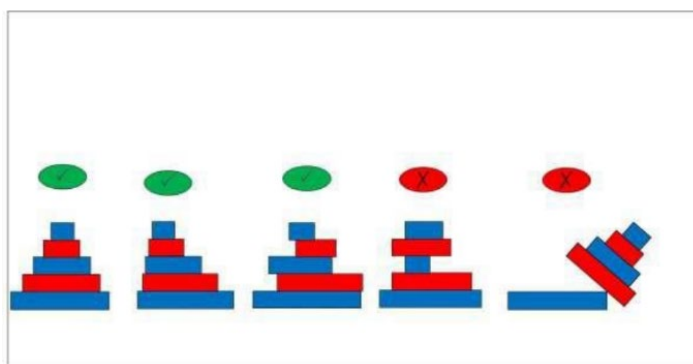
ภาพที่ 2 สนามการแข่งขัน



ภาพที่ 3 สนามตอนเริ่มการแข่งขัน



ภาพที่ 4 ที่วางไว้บนตัวหุ่นยนต์



ภาพที่ 5 ลักษณะของลาโกริที่จัดเรียงแล้วได้ถูกต้อง

2.3 การกิจของหุ่นยนต์ Seeker R1 และการกิจหุ่นยนต์ Seeker R2

ภารกิจของหุ่นยนต์ Seeker R1 คือการ “ทำลายลาโกริ” เมื่อการแข่งขันเริ่มต้น หุ่นยนต์ R1 ขว้าง Seeker Ball จากบริเวณ R1SZ จะทำลายลาโกริใน ช่วงเวลาในการโยน 30 วินาที ในขณะที่ขว้าง Seeker Ball ผิวสัมผัสพื้นของหุ่นยนต์จะต้องไม่ออกจากบริเวณ R1SZ แต่อนุญาตให้สามารถ มีส่วนของหุ่นยนต์ยื่นออกนอกจากบริเวณด้านบนของ R1SZ ได้ หุ่นยนต์ Seeker R1 สามารถโยน Seeker Ball ได้ครั้งละหนึ่งลูกเท่านั้น หุ่นยนต์ Seeker R1 สามารถ

โยนลูกบอลได้ต่อเนื่อง แต่ต้องโยนลูกต่อลูกและการ “ทำลายลาโกริ” จะเกิดขึ้นเมื่อสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งเกิดขึ้นดังต่อไปนี้

1. เมื่อหุ่นยนต์ R1 ทำลายลาโกริทั้ง 5 แผ่น
2. เมื่อ Seeker Ball ทั้งสามลูกได้ถูกปาออกไป
3. เมื่อเวลาในการโยนได้หมดลง กรรมการจะให้สัญญาณเมื่อ 1/2/3 สำเร็จ

ภารกิจของหุ่นยนต์ Seeker R2 คือการ “กองลาโกริ” กลับขึ้นมาใหม่นั้นหุ่นยนต์ Seeker R2 สามารถออกจาก R2SZ ได้หลังจากเกิดการ “ทำลายลาโกริ” หุ่นยนต์ Seeker R2 จะสามารถเข้าสู่เขตลาโกริ และกองลาโกริขึ้นมาใหม่ แต่ถ้าหุ่นยนต์ Seeker R2 ทำ Ball on Head เกิดการขยับด้วยตัวเอง ทีมจะต้องทำการรีไทร์ การแข่งขันจะยุติลงเมื่อเกิดสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งดังต่อไปนี้

1. เมื่อกองลาโกริที่แตกลงได้กองกลับขึ้นขึ้นมาใหม่
2. เมื่อ Seeker Ball ที่ถูกโยนโดยหุ่นยนต์ Hitter R1 โดน Ball on Head หรือท่อหรือแผ่นที่วาง Ball on Head จน Ball on Head เกิดการขยับ “Ball on Head เกิดการขยับ” หมายถึงลูกบอลอยู่ในสถานะที่แยกออกจากผิวด้านบนของท่อที่วางลูกบอล
3. เมื่อเวลาในการแข่งขันได้ผ่านไป 90 วินาทีหลังจากเริ่มต้นการแข่งขัน

2.4 ภารกิจของหุ่นยนต์ Hitter R1 และภารกิจหุ่นยนต์ Hitter R2

ภารกิจของหุ่นยนต์ Hitter R1 เมื่อเวลาในการแข่งขันได้ผ่านไป 90 วินาทีหลังจากเริ่มต้นการแข่งขัน ภารกิจของหุ่นยนต์ Hitter R1 คือการโยนลูกบอลไปยัง Ball on Head บนหุ่นยนต์ Seeker R2 หุ่นยนต์ R1 ยังสามารถเก็บ Hitter Ball มาจาก Ball Area ได้อีกด้วย หลังจากที่เกิดการ “ทำลายลาโกริ”, หุ่นยนต์ R1 สามารถออกจากบริเวณ R1SZ เพื่อเก็บ Hitter Balls หุ่นยนต์ Hitter R1 สามารถเก็บลูกบอลมาจาก Ball Area หรือรับลูกบอลมาจากหุ่นยนต์ R2 ในกรณีที่ เป็นการรับลูกบอลมาจาก R2 ลูกบอลจะต้องไม่สัมผัสกับพื้นสนาม เมื่อลูกบอลจะไม่สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีการสัมผัสกับพื้นสนามเมื่อหุ่นยนต์ R1 เก็บหรือรับลูกบอลได้ หุ่นยนต์ R1 สามารถโยนลูกบอลจากบริเวณ R1SZ ไปยัง Ball on Head ของหุ่นยนต์ Seeker R2 ขณะที่โยน Hitter Ball หุ่นยนต์ R1 จะต้องไม่ออกจากบริเวณ R1SZ และจะต้องไม่มีส่วนใดยื่นออกจาก บริเวณนี้ Hitter Ball จะถูกโยนได้ที่ละลูกเท่านั้น หุ่นยนต์จะสามารถโยนได้อย่างต่อเนื่องเมื่อทำการโยนลูกบอลแบบลูกต่อลูก ถ้าหุ่นยนต์ผู้โยน Hitter Ball ไปโดนกองลาโกริที่กำลังวางกลับขึ้นมาอยู่และมีแผ่นลาโกริที่แตกออกจากกอง จะถือว่าการแข่งขันยุติทันที โดยถือว่า การ “กองลาโกริ” ของผู้หาสำเร็จ และผู้หาจะได้คะแนนเสมือนว่าแผ่นลาโกริทั้งหมดที่แตกออกจากกอง ตามที่ผู้หาได้ขว้างลูกบอลเพื่อทำลายลาโกริในตอนเริ่มเกมได้ถูกกองกลับขึ้นมาใหม่สำเร็จ หากหุ่นยนต์ Hitter R1 ปา Hitter Ball ไปยังส่วนอื่นใดของหุ่นยนต์ Seeker R2 นอกเหนือจากแผ่นและท่อที่วาง Ball on Head และทำให้ Ball on Head เกิดการขยับเกิดขึ้น หุ่นยนต์ Hitter R1 จะถูกบังคับให้รีไทร์ และยังไม่สามารถแข่งขันต่อได้จนกว่าจะผ่านไป 15 วินาที ในขณะเดียวกันทีมของผู้หาจะต้องหยุดหุ่นยนต์ Seeker R2 และเข้ามาในสนามเพื่อวาง Ball on Head กลับขึ้นมาในตำแหน่งเดิม Hitter Ball จะต้องไม่โดนกองลาโกริโดยเจตนา หุ่นยนต์ R1 สามารถโยน Hitter Ball ได้มากที่สุด 6 ลูก ก่อนที่การแข่งขันจะหมดเวลา Hitter Ball เมื่อถูกโยนแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก ภารกิจของหุ่นยนต์ Hitter R2 เมื่อเวลาในการแข่งขันได้ผ่านไป 90 วินาทีหลังจากเริ่มต้นการแข่งขัน หุ่นยนต์ Hitter R2 สามารถเก็บ Hitter Ball จากพื้นที่เก็บลูกบอล และส่งต่อให้กับหุ่นยนต์ Hitter R1 โดยที่ลูกบอลจะต้องไม่สัมผัสกับพื้นสนาม หุ่นยนต์ R2 ไม่สามารถโยนลูกบอลไปที่ Ball on Head ได้

2.5 การนับคะแนน

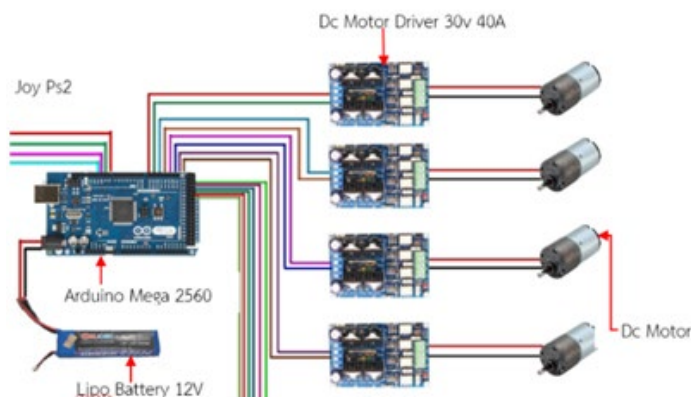
2.5.1 การทำลายลาโกริ ผู้หาจะได้คะแนน 5 คะแนน ในทุก ๆ แผ่นลาโกริที่แตกออกจากกอง ทีมผู้หาสามารถได้คะแนนสูงสุด 25 คะแนนในส่วนนี้

2.5.2 การกองลาโกริ ผู้หาได้ 10 คะแนน ในแต่ละแผ่นของลาโกริที่วางกลับขึ้นมาที่กอง ทีมผู้หาสามารถได้คะแนนสูงสุด 50 คะแนนในส่วนนี้

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 การออกแบบควบคุมของมอเตอร์กระแสตรง

การใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการหมุน และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะต้องมีส่วนของวงจร ที่เรียกว่าวงจรขับมอเตอร์ (Driver) ส่วนของวงจรกลับทิศทางของมอเตอร์ สามารถที่จะใช้รีเลย์เป็นสวิตช์ เพื่อกลับทิศทางของมอเตอร์ได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการควบคุมโดยการจ่ายกระแสไฟให้กับมอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยอาศัยกระแสไฟที่ป้อนให้กับมอเตอร์

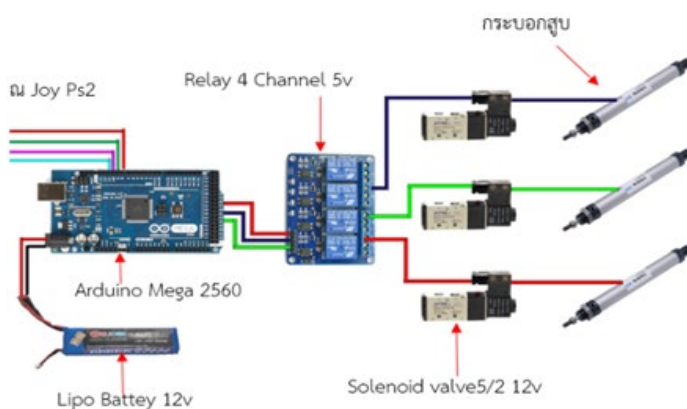


ภาพที่ 6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อกับบอร์ดไดรฟ์มอเตอร์และดีซีมอเตอร์

จากภาพที่ 6 แสดงการออกแบบการควบคุมหุ่นยนต์ ด้วยบอร์ด Arduino (การเคลื่อนที่) วงจรควบคุมหุ่นยนต์ การเคลื่อนที่นั้นจะทำงานได้โดยรับคำสั่งจาก Joy Ps2 ผ่านบอร์ด Arduino Mega 2560 แล้วส่งเอาต์พุตไปที่ Drive Motor เพื่อสั่งให้ตัว Motor หมุนตามคำสั่งจาก Joy PS2

3.2 การออกแบบควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

การใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมโซลินอยด์วาล์วเพราะอุปกรณ์นี้เป็นแบบสวิตช์โดยอาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในการทำงานควบคุมให้ลั่นกลไกปิดหรือเปิด ดังนั้นจึงเลือกใช้อุปกรณ์นี้ในการใช้โซลินอยด์วาล์วควบคุมกระบอกลมในการเลี้ยวและดีดตัวของตัวหุ่นยนต์

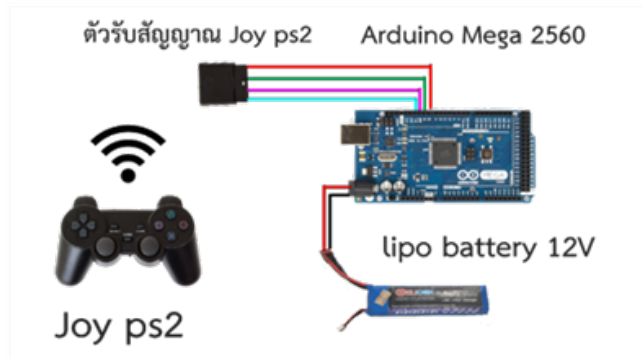


ภาพที่ 7 แสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อตัวควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

จากภาพที่ 7 แสดงการออกแบบระบบนิวเมติก จะทำงานได้โดยรับคำสั่งจาก Joy Ps2 ผ่านบอร์ด Arduino Mega 2560 แล้วส่งเอาต์พุตไปที่ Relay เพื่อสั่งให้ตัว Solenoid valve 5/2 ปลดปล่อยแรงดันลมเพื่อให้กระบอกสูบทำงานตามคำสั่งจาก Joy PS2

3.3 การควบคุมหุ่นยนต์ด้วย Joy Ps2

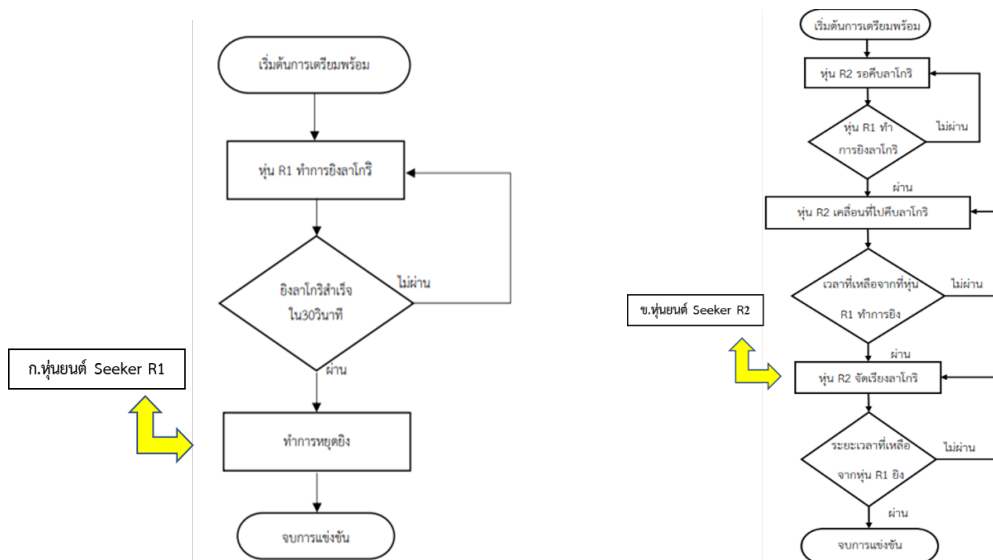
การออกแบบการคอนโทรลหุ่นยนต์ ABU 2022 ทั้งหุ่นยนต์ R1 และหุ่นยนต์ R2 เมื่อกดปุ่มคำสั่งที่ Joy Ps2 จะส่งสัญญาณข้อมูลไปที่ตัวรับสัญญาณของ Joy Ps2 ที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะทำการนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลว่าตรงกับคำสั่งใดที่ได้ป้อนไว้ในบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะนำคำสั่งที่ได้ไปคอนโทรลในภาคขับเคลื่อนตามคำสั่งที่ได้รับมาจาก Joy Ps2



ภาพที่ 8 การออกแบบการคอนโทรลหุ่นยนต์ เอบียู 2022

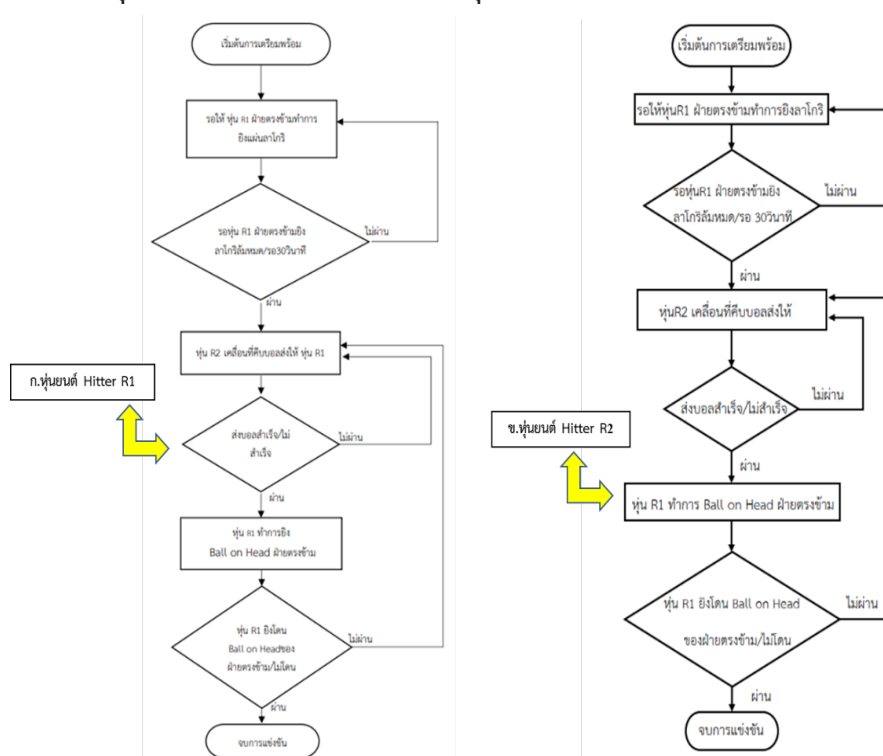
จากภาพที่ 8 หุ่นยนต์รับคำสั่งจากรีโมทควบคุมและทำการการแปลงข้อมูลสำหรับรับคำสั่งการกดปุ่มและส่งข้อมูลไปยังตัวรับ ที่ตัวรับจะมีหัวต่อแปลงข้อมูลของจอยรีโมทควบคุม PS2 ให้เป็นข้อมูลของ Arduino ต่อไปยังบอร์ด Arduino เพื่อประมวลผลตามคำสั่งที่ได้เขียนไว้เพื่อส่งออกเอาต์พุต บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากบล็อกแปลงข้อมูลที่ได้รับคำสั่งจากบล็อกรีโมทและทำการจ่ายเอาต์พุตคำสั่งส่งไปที่บอร์ดไดรฟ์มอเตอร์หน้าที่รับข้อมูลจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 และนำคำสั่งที่ได้ส่งต่อไปที่มอเตอร์เพื่อทำการหมุน Forward และ Reverse มอเตอร์เคลื่อนที่ทำหน้าที่หมุนล้อแบบ Omni ในการเคลื่อนที่ตามคำสั่ง แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในวงจร

3.4 การออกแบบหุ่นยนต์ Seeker R1 และภารกิจหุ่นยนต์ Seeker R2



ภาพที่ 9 แสดงบล็อกไดอะแกรมลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ Seeker R1 และหุ่นยนต์ Seeker R2

3.5 การออกแบบหุ่นยนต์ Hitter R1 และภารกิจหุ่นยนต์ Hitter R2



ภาพที่ 9 ลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ตามกติกาของหุ่นยนต์ Hitter R1 และหุ่นยนต์ Hitter R2

3.6 การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022หุ่นยนต์ R1 และหุ่นยนต์ R2



หุ่นยนต์ R1



หุ่นยนต์ R2

ภาพที่ 10 แสดงการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ R1และหุ่นยนต์ R2

3.7 การออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022การออกแบบหุ่นยนต์ R1 และหุ่นยนต์ R2

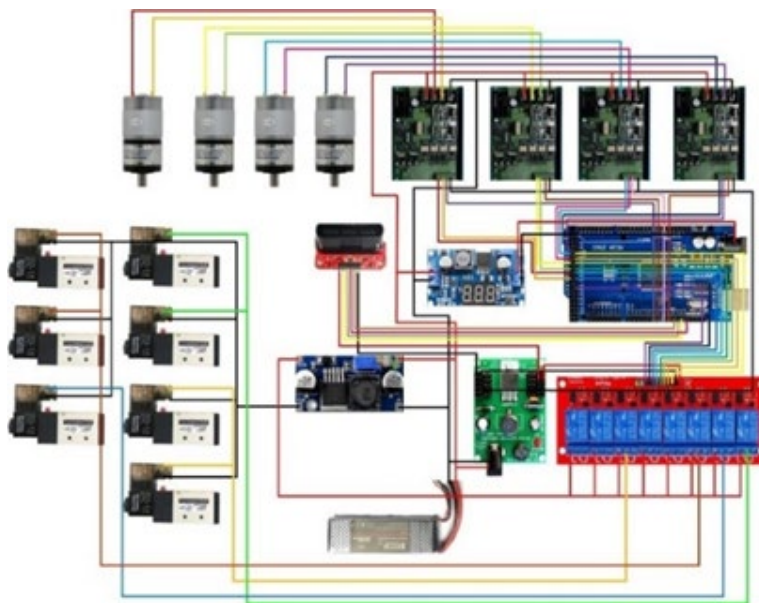


ภาพที่ 11.1 แสดงของหุ่นยนต์ R1



ภาพที่ 11.2 และหุ่นยนต์ R2

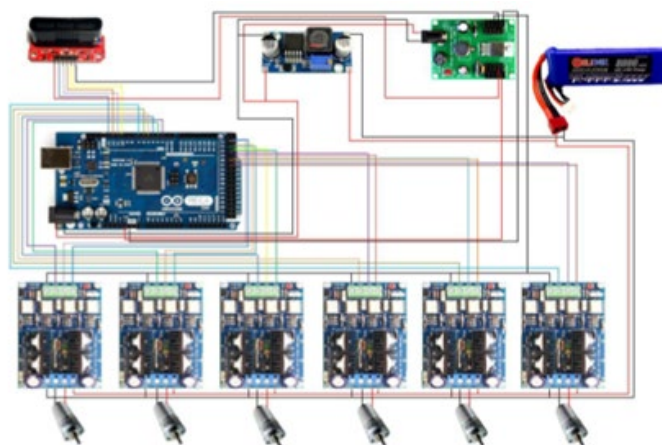
3.8 การออกแบบการควบคุมของหุ่นยนต์ ABU 2022 หุ่นยนต์ R1



ภาพที่ 12 แสดงวงจรควบคุมของหุ่นยนต์ R1

จากภาพที่ 12 แสดงการออกแบบการคอนโทรลหุ่นยนต์ R1 เมื่อกดปุ่มคำสั่งที่ Joy Ps2 จะส่งสัญญาณข้อมูลไปที่ตัวรับสัญญาณของ Joy Ps2 ที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะทำการนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลว่าตรงกับคำสั่งใดที่ได้ป้อนไว้ในบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะนำคำสั่งที่ได้ไปคอนโทรลในภาคขับเคลื่อนตามคำสั่งที่ได้รับมาจาก Joy Ps2 ส่วนบอร์ดนั้นจะแหล่งที่ให้พลังงานคือ Lipo Battery 12V ซึ่งการออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์ R1 ด้วยบอร์ด Arduino (ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์) วงจรควบคุมหุ่นยนต์การเคลื่อนที่นั้นจะทำงานได้โดยรับคำสั่งจาก Joy Ps2 ผ่านบอร์ด Arduino Mega 2560 แล้วส่งเอาต์พุตไปที่ Drive Motor เพื่อสั่งให้ตัว Motor หมุนตามคำสั่งจาก Joy PS2 และในการออกแบบการควบคุมระบบนิวเมติก จะทำงานได้โดยรับคำสั่งจาก Joy Ps2 ผ่านบอร์ด Arduino Mega 2560 แล้วส่งเอาต์พุตไปที่ Relay เพื่อสั่งให้ตัว Solenoid valve ขนาด 5/2 เพื่อปล่อยแรงดันลมเพื่อให้กระบอกสูบทำงานตามคำสั่งจาก Joy PS2

3.9 การออกแบบการควบคุมของหุ่นยนต์ ABU 2022 หุ่นยนต์ R2



ภาพที่ 13 แสดงวงจรควบคุมของหุ่นยนต์ R2

จากภาพที่ 13 แสดงการออกแบบการคอนโทรลหุ่นยนต์ R1 เมื่อกดปุ่มคำสั่งที่ Joy Ps2 จะส่งสัญญาณข้อมูลไปที่ตัวรับสัญญาณของ Joy Ps2 ที่เชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะทำการนำข้อมูลที่เข้ามาประมวลผลว่าตรงกับคำสั่งใดที่ได้ป้อนไว้ในบอร์ด Arduino Mega 2560 จากนั้นบอร์ดจะนำคำสั่งที่ได้ไปคอนโทรลในภาคขับเคลื่อนตามคำสั่งที่ได้รับมาจาก Joy Ps2 ส่วนบอร์ดนั้นจะแหล่งที่ให้พลังงานคือ Lipo Battery 12V ซึ่งการออกแบบวงจรควบคุมหุ่นยนต์ R1 ด้วยบอร์ด Arduino (ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์) วงจรควบคุมหุ่นยนต์การเคลื่อนที่นั้นจะทำงานได้โดยรับคำสั่งจาก Joy Ps2 ผ่านบอร์ด Arduino Mega 2560 แล้วส่งเอาต์พุตไปที่ Drive Motor เพื่อสั่งให้ตัว Motor หมุนตามคำสั่งจาก Joy PS2

3.10 ผลการดำเนินงาน

ในการทำงานของหุ่นยนต์การควบคุมทิศทางของหุ่นยนต์ จะถูกควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ และถูกเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C ผ่านอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ การทำงานของหุ่นตามกติกาการแข่งขันในขณะที่เป็นฝ่าย Seeker R1 และ Seeker R2 การทำงานของหุ่นยนต์ตามกติกาการแข่งขันในขณะที่เป็นฝ่าย Seeker R1 และ Seeker R2 ภารกิจของหุ่นยนต์ Seeker R1 คือ การทำลายกองลาโกริ เมื่อเริ่มสัญญาณการแข่งขัน ผู้บังคับหุ่นยนต์ Seeker R1 ทำการยิงลูกบอล 3 ลูก โดยการยิงลูกบอลนั้นจะสามารถยิงได้เพียง 3 ลูกเท่านั้นเพื่อทำลายลาโกริภายในระยะเวลา 30 วินาที เมื่อทำลายลาโกริสำเร็จต่อไป Seeker R2 จะเริ่มทำงานต่อในส่วนของการจัดเรียงลาโกริขึ้นมาใหม่

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ Seeker R1

ครั้งที่ทดสอบ	ยิงลาโกริ (5 คะแนน/ชิ้น)	คะแนนรวม	เวลาที่ทำการกิจ (นาท)
1	0	0	1.30
2	1	5	1.30
3	1	5	1.30
4	2	10	1.30
5	2	10	1.30
6	3	15	1.30
7	4	20	1.30
8	5	25	1.30
9	5	25	1.20
10	5	25	1.00

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์ 10 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะยิงลาโกริทั้งหมด 5 อันภายในเวลา 1.30 นาที ซึ่งครั้งที่ 1 สามารถยิงลาโกริได้ 0 อัน จึงทำการปรับแต่งระยะยิงของบอลและทิศทาง ครั้งที่ 2 สามารถยิงได้ 1 อัน จึงทำการปรับแต่งระยะยิงของบอลและทิศทางเพิ่มเติม และครั้งที่ 3 สามารถยิงลาโกริได้ 1 อัน จึงทำการปรับแต่งระยะยิงของบอลและทิศทางเพิ่มเติม ซึ่งผลการทดลองได้บรรลุวัตถุประสงค์ในครั้งที่ 8, 9 และ 10 สามารถยิงลาโกริได้ 5 อัน จึงสามารถเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU 2022 และทำตามเงื่อนไข กฎกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์เอเปียงชนะเลิศแห่งประเทศไทยได้ตามทุกข้อ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ Seeker R2

ครั้งที่ทดสอบ	ยิงลาโกริ (10 คะแนน/ชิ้น)	คะแนนรวม	เวลาที่ทำการกิจ (นาท)
1	1	10	1.30
2	1	10	1.30
3	1	10	1.30
4	2	20	1.30
5	2	20	1.30
6	3	30	1.30
7	3	30	1.30
8	4	40	1.30
9	5	50	1.30
10	5	50	1.30

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์ 10 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะจัดเรียงลาโกลิทั้งหมด 5 อัน ในเวลา 1.30 นาที ซึ่งครั้งที่ 1 สามารถจัดเรียงลาโกลิได้ 1 อัน จึงทำการปรับแต่งตัวหุ่นยนต์ R2 ในครั้งที่ 4 สามารถจัดเรียงได้ 2 อัน จึงทำการปรับแต่งตัวหุ่นยนต์ R2 เพิ่มเติม และครั้งที่ 9 และ 10 สามารถจัดเรียงลาโกลิได้ 5 อัน ซึ่งผลการทดลองได้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงสามารถเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ROBOCON 2022 โดยการใช้แต้มรวมทั้งหมดที่ดีที่สุดในการทำงานและทำตามเงื่อนไข กฎกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์เอเปียชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย (ABU Robot Contest Thailand Championship) ได้ตามทุกข้อ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ Hitter R1

ครั้งที่ทดสอบ	ยิง Ball on Head (จากบอล 3 ลูก)	Ball on Head	เวลาที่ทำการกิจ (นาท)
1	3 ลูก	0	1.30
2	3 ลูก	0	1.30
3	3 ลูก	1	1.30

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์ 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะยิง Ball on Head ทั้งหมด 3 ลูก ภายในเวลา 1.30 นาที ซึ่งครั้งที่ 1 สามารถยิง Ball on Head ได้ 0 ลูก ครั้งที่ 2 สามารถยิง Ball on Head ได้ 0 ลูก และครั้งที่ 3 สามารถยิง Ball on Head ได้ 1 ลูก ซึ่งผลการทดลองได้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงสามารถเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ROBOCON 2022 โดยการใช้แต้มรวมทั้งหมดที่ดีที่สุดในการทำงานและทำตามเงื่อนไข กฎกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์เอเปียชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย (ABU Robot Contest Thailand Championship) ได้ตามทุกข้อ

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ Hitter R2

ครั้งที่ทดสอบ	ยิง Ball on Head (จากบอล 3 ลูก)	Ball on Head	เวลาที่ทำการกิจ (นาท)
1	3 ลูก	0	1.30
2	3 ลูก	0	1.30
3	3 ลูก	1	1.30

จากตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองการทำงานของหุ่นยนต์ทั้งหมด 3 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะส่งบอลให้ Hitter R1 ทั้งหมด 3 ลูก ภายในเวลา 1.30 นาที ซึ่งครั้งที่ 1 สามารถยิง Ball on Head ได้ 3 ลูก ครั้งที่ 2 สามารถยิง Ball on Head ได้ 3 ลูก และครั้งที่ 3 สามารถยิง Ball on Head ได้ 3 ลูก ซึ่งผลการทดลองได้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงสามารถเข้าร่วมการแข่งขันหุ่นยนต์ ABU ROBOCON 2022 โดยการใช้แต้มรวมทั้งหมดที่ดีที่สุดในการทำงานและทำตามเงื่อนไขกฎกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์เอเปียชิงชนะเลิศแห่งประเทศไทย (ABU Robot Contest Thailand Championship) ได้ตามทุกข้อ

4. สรุป

ในการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022 โดยการใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เข้ามาเป็นหน่วยประมวลผลควบคุมการทำงานตามคำสั่งของจอย PlayStation 2 และส่งข้อมูลมาที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เข้ามาประมวลผลตามคำสั่งในการบังคับหุ่นยนต์โดยวิธีการควบคุมจะควบคุมโดยการเขียนโปรแกรม และการทำงานของโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เพื่อให้หุ่นยนต์ R1 และ R2 ทำงานตามกฎ กติกา

4.1 สรุปผลการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022

ในการออกแบบโครงสร้างของหุ่นยนต์ ABU 2022 ได้ต้นแบบมาจากเครื่องยิงลูกวอลเลย์บอล เพื่อให้ให้นักกีฬาวอลเลย์บอลได้ใช้ฝึกซ้อมในสนาม ส่วนตัวโครงสร้างของหุ่นยนต์ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Works 2016 โดยมีขนาดโครงสร้างของหุ่นยนต์ตามกติกาการแข่งขัน ABU 2022 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Muangjaroen and Bowonwatthanadilok, 2020) การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ABU 2017 “ยุทธการจากร้อน” ซึ่งพบว่ามีารออกแบบโครงสร้างคล้ายคลึงกันมากเนื่องจากวิธีการยิงจากร้อนนั้นเปลี่ยนมาเป็นลูกบอลแทน

4.2 สรุปผลการออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ในการออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ของหุ่นยนต์โรบอควบคุมและการแปลงข้อมูลสำหรับรับคำสั่งการกดปุ่มและส่งข้อมูลไปยังตัวรับ ที่ตัวรับจะมีหัวต่อแปลงข้อมูลของจอย PS2 ให้เป็นข้อมูลของ Arduino ต่อไปยังบอร์ด Arduino เพื่อประมวลผลตามคำสั่งที่ได้เขียนไว้เพื่อส่งออกเอาต์พุต บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากบล็อกแปลงข้อมูลที่ได้รับคำสั่งจากบล็อกไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 และนำคำสั่งที่ได้ส่งต่อไปที่มอเตอร์เพื่อทำการหมุน ไปข้างหน้า และ หมุนกลับด้านหลังของมอเตอร์เคลื่อนที่ทำหน้าที่หมุนล้อแบบ โอมี ในการเคลื่อนที่ตามคำสั่ง แห้งจ่ายไฟฟ้าหน้าที่จ่ายไฟไปยังอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในวงจร ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (Muangjaroen, 2020) การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ABU 2018 “ลูกช่วงมังกรบิน” และ (Muangjaroen and Sukruean, 2021) การสร้างและออกแบบหุ่นยนต์ ABU 2020 “โรโบรักบี้” ซึ่งพบว่ามีารออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์ด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino คล้ายคลึงกันมากเพราะใช้ตัวรับ-ส่งข้อมูลแบบจอยสติ๊ก PS2 ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด

4.3 สรุปผลการออกแบบหุ่นยนต์ได้สอดคล้องกับกติกาและเงื่อนไขของการแข่งขัน ABU 2022

1. การทำงานของหุ่นยนต์ตามกติกาการแข่งขันในขณะที่เป็นฝ่าย Seeker R1 ภารกิจของหุ่นยนต์ Seeker R1 คือ การทำลายกองลาโกรี เมื่อเริ่มสัญญาณการแข่งขัน ผู้บังคับหุ่นยนต์ Seeker R1 ทำการยิงลูกบอล 3 ลูก โดยการยิงลูกบอลนั้นจะสามารถยิงได้เพียง 3 ลูกเท่านั้นเพื่อทำลายกองลาโกรีภายในระยะเวลา 30 วินาที เมื่อทำลายกองลาโกรีสำเร็จต่อไป Seeker R2 จะเริ่มทำงานต่อในส่วนของการจัดเรียงกองลาโกรีขึ้นมาใหม่

2. การทำงานของหุ่นตามกติกาการแข่งขันในขณะที่เป็นฝ่าย Hitter R1 ภารกิจของหุ่นยนต์ Hitter R1 คือ เมื่อเริ่มการแข่งขันหุ่นยนต์ Hitter R1 จะทำการเตรียมพร้อมรอ Seeker R1 ของฝ่ายตรงข้ามทำลายกองลาโกรีทั้งหมดหรือทำการยิงจนครบระยะเวลา 30 วินาที จากนั้น Hitter R1 และ Hitter R2 จะเริ่มทำการขัดขวางการจัดเรียง

กองลาโกรีขึ้นใหม่ของฝ่ายตรงข้าม โดยจะเริ่มจาก Hitter R2 ทำการตีบอลส่งต่อมายัง Hitter R1 เพื่อให้ Hitter R1 ทำการยิง Ball on Head ของ Seeker R2 ของฝ่ายตรงข้ามเพื่อยุติการแข่งขัน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักศึกษานางสาวพัชรี อุ่นม่วง, นายธนโรจน์ ศรีฐาน, นายวัฒน์ พงศ์หัวเกาะ, นางสาวณัฏฐา ฉิมสุข นายอภิวัฒน์ สร้อยทองกลาง และนายสุธี เมืองเกษม นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคมที่ให้ความร่วมมือและทำการสร้างหุ่นยนต์เพื่อทดสอบและพัฒนาความรู้และศักยภาพของตนเองและขอขอบคุณคณาจารย์ของสาขาวิชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำในการสร้างหุ่นยนต์ครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

- Andy, R. (1995). **First learning about microcontrollers**. Translated by Wechasawat, N. Bangkok: SE-ED Education.
- Khankasikam, K., & Pilathoi, Y. (2016). Development of a semi-automatic survey robot on the yo-yo platform. **Journal of Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University**, 8(8), 1-14.
- Kotmanee, W. & Muangjaroen, S. (2022). Development of surveying of rescue robots with pneumatic systems. **Proceedings of the 12th Rajamangala University of Technology National Academic Conference** (pp. 754-765). Trang: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Lertviriyapaisan, S. et al. (2016). Development of a robot motion control system. **MJ-Match Mathematics Journal**, 61(688), 1-8.
- Muangjaroen, S. (2017). Study and application of the Arduino MEGA microcontroller board to control the robot ABU 2016. **Proceedings of the 2nd Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi National Academic Conference** (pp. 322-329). Trang: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.
- Muangjaroen, S. (2017). A Study of using Arduino for ABU 2015 Robot Control. **The 6th International Symposium on the Fusion of Science and Technologies (ISFT2017)**, Jeju, S. KOREA 17-21 July, 2017, pp. (25)
- Muangjaroen, S. (2020). Create and Design Robot ABU 2018 “Shuttlecock Throwing”. **Defence Technology Academic Journal: DTAJ**. 2(4), (62-69).
- Muangjaroen, S. & Bowonwattanadilok, P. (2018). Create and Design of the ABU 2017 robot “The Landing Disc”. **Proceedings of the 10th Rajamangala University of Technology National Academic Conference** (pp. 922-929). Trang: Rajamangala University of Technology Srivijaya.
- Muangjaroen, S. & Bowonwattanadilok, P. (2018). Design and build fighting robots. **Proceedings of the 10th Rajamangala University of Technology National Academic Conference** (p. 930-939). Trang: Rajamangala University of Technology Srivijaya.
- Muangjaroen, S. & Kotmanee, W. (2021). Create and Design of the robot ABU 2019 “Horse riding send news shaking the mountains”. **Proceedings of the 3rd National Academic Conference “Management in Disruptive Technologies Era”** (pp. 2015-2022). Trang: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.

- Muangjaroen, S. & Kotmanee, W. (2022). Design and construction of the robot ABU 2021 “Throwing Arrows into pot”. **Proceedings of the 12th Rajamangala University of Technology National Academic Conference** (pp. 876-885). Trang: Rajamangala University of Technology Thanyaburi.
- Muangjaroen, S., Kotmanee, W. & Chaowiang, S. (2022). Development of the mechanical arm of a single-arm rescue robot with a pneumatic system. **Proceedings of the 4th National Academic Conference “Management in Disruptive Technologies Era”** (pp. 754-766). Trang: Rajamangala University of Technology Rattanakosin.
- Muangjaroen, S. & Sengmanee, D. (2019). Design and development of a wireless control system for the movement of a combat robot. **Proceedings of the 11th Rajamangala University of Technology National Academic Conference** (pp. 75-86). Trang: Rajamangala University of Technology Lanna.
- Muangjaroen, S. & Sukruen, P. (2021). Create and Design of the ABU 2020 robot “Robo Rugby”. **Proceedings of the 3rd National Academic Conference “Management in Disruptive Technologies Era”**. (pp. 2587-2597). Trang: Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.
- Noomuang, M., Wongsarikit, S., & Kongrak, A. (2014). **Microcontroller experimental kit** (Thesis). Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Suphanburi.
- Prakansamut, M. (1991). **Writing C language commands**. 2nd Edition. Bangkok: Hi-Tech Printing.
- Tanaon, M., Khammata, T., Pinphat, C., & Kwanwaree, P. (2020). Study of design and construction of a small automatic robotic arm. **Northern Journal of Science and Technology**, 1(3), 58-67.

(Received: 6/Sep/2023, Revised: 17/Apr/2024, Accepted: 26/Jun/2024)