การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ศริทธิ์ พร้อมเทพ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ศริทธิ์ พร้อมเทพ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย"

ของ ศริทธิ์ พร้อมเทพ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ งามสอาด)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร เรืองรอง)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วารีรัตน์ แก้วอุไร)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย ศริทธิ์ พร้อมเทพ

ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร

กรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร เรืองรอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ ปร.ด. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน, การคิดเชิงคำนวณ, หุ่นยนต์

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯ 2) ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯโดยมีวัตถุประสงค์ย่อย ได้แก่ 2.1) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ 2.2) ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ 2.3) ศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ การดำเนินการวิจัยมี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสร้างและรับรองรูปแบบ ขั้นที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 30 คนโดยการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนที่สมัครสมาชิกชมรมหุ่นยนต์ เครื่องมือการวิจัย ได้แก่รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น แบบประเมินรับรองรูปแบบ แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นนยนต์ฯประกอบไปด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) เนื้อหา 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 5) การวัดประเมินผล โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน 4 ขั้นตอนได้แก่ 1 นำเสนอประเด็นปัญหาโครงงานหุ่นยนต์ 2 วางแผนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ 3 ลงมือปฏิบัติจากสถานการณ์จริง 4 ประเมินผลและทบทวน ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (Mean = 4.64; S.D. = 0.40) 2) ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯ มีดังนี้ 2.1) ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ

16.00 และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.36 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ฯช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2.2) นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับสั่งการหุ่นยนต์ได้ นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจจากการแก้ปัญหาโจทย์ที่ท้าทาย โดยครูผู้สอนใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบแข่งขัน เพื่อให้เกิดความสนุกโดยเริ่มจากโจทย์ระดับง่าย ไปสู่ระดับยาก 2.3) ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก (Mean = 4.39; S.D. = 0.90) งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นคุณค่าของการบูณาการหุ่นยนต์กับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Title THE DEVELOPMENT OF TEACHING MODEL USING ROBOT PROJECT TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR HIGHT SCHOOL STUDENT

Author Sarit Promthep

Advisor Associate Professor Rujroad Kaewurai, Ed.D.

Co-Advisor Associate Professor Passkorn Roungrong, Ph.D.

Assistant Professor Skonchai Chanunan, Ph.D.

Academic Paper Ph.D. Dissertation in Educational Technology and Communications - (Type 2.1), Naresuan University, 2022

Keywords Project Based Learning, Computational Thinking model, Robot

ABSTRACT

This research article presents a novel model of project-based learning with robotics aimed at enhancing computational thinking skills in high school students. The main research objectives were as follows: 1) to develop a project-based learning model with robotics to enhance high school students' computational thinking skills, 2) to explore the effectiveness of learning activities using the developed model by 2.1) comparing the high school students' computational thinking skills before and after using the developed model, 2.2) examining the impact of the developed model and 2.3) assessing the students' satisfaction with the teaching approach of the developed model. The research consisted of a two-step process: 1) creating and certifying the model, and 2) implementing the model. A purposive sampling technique was employed to obtain 30 Grade 10th students from the University of Phayao Demonstration School. The research tools were the developed lesson plans based on the developed instructional model, the computational thinking skill test, and the satisfaction measure tool. For data collection, the research tools were used accordingly. Then the obtained data were analyzed through statistics of mean, S.D. and t-test dependent for the quantitative ones whereas content analysis technique

was used for the qualitative ones.

The results reveal the following: 1) The project-based learning model with robotics comprises five aspects, including principles, objectives, content, learning process, and evaluation. The implementation follows a four-step project-based learning management process, involving robotic project issue presentation robotic project development planning, real situation action, and evaluation/review. 2) The experimental implementation of the Learning model resulted in. 2.1) The mean score for computational thinking skills increased from 16.00 (pretest) to 22.36 (posttest), the result of comparing met students' computational thinking skills after learned with the model higher than before with statistically significant at .01 2.2) The study demonstrated that students were able to write programs to control robots, students are proud of solving challenging problems by teachers using a way of organizing competitive learning activities to make them fun, starting from easy to difficult problems. 2.3) Expressed a high level of satisfaction with the developed model, with an average satisfaction rating of 4.39 and a standard deviation of 0.90. This research provides valuable insights into the integration of robotics in project-based learning, leading to enhanced computational thinking skills among high school students.

ประกาศคุณูปการ

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้มอบคำแนะนำแนวทางในการดำเนินการวิจัย ด้วยความทุ่มเท และตั้งใจในการทำการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดในระหว่างการดำเนินวิทยานิพนท์นี้จนเสร็จสิ้น ตลอดเวลาการดำเนินการทำวิจัย อาจารย์ได้ให้ความใส่ใจ และห่วงใย กระตุ้นให้ผู้วิจัยเอาใจใส่การทำงาน ด้วยความห่วงใยเสมอมา

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร เรืองรอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาแนะแนวทางการทำวิจัย และให้คำตอบและแนวทางแก้ปัญหา เมื่อผู้วิจัยได้ประสบปัญหาติดขัดระหว่างการทำวิจัย จนงานวิจัยออกมาสมบูรณ์

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้การแนะนำช่วยเหลือ และชี้แนะแนวทางการทำงานวิจัย ทุ่มเทแรงกายแรงใจในการช่วยเหลือ แนะนำทางออก เมื่อเจอปัญหาติดขัดที่เกิด ระหว่างการดำเนินการทำวิจัยชิ้นนี้ ให้ลุล่วงไปได้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ งามสอาด ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรางคณา ระวังยศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรีฑา แก้วคง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา อุดมศรีไพบูลย์ ดร. ศุภชัย วันประโคน ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นประเด็นต่าง ๆ ในระหว่างการตรวจสอบแก้ไขและพัฒนาเครื่องมือวิจัยได้ถูกต้องสมบูรณ์ชัดเจนยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ ร่วมกันให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และประเด็นการซักถามที่เกิดประโยชน์แก่งานวิจัยชิ้นนี้ ทำให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คงศักดิ์ พร้อมเทพ และอาจารย์ จันทิรา พร้อมเทพ คุณพ่อ และคุณแม่ของผู้วิจัย ที่ร่วมสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษา พร้อมทั้งให้กำลังใจเมื่อเกิดความท้อ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ศริทธิ์ พร้อมเทพ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการวิจัย 4

ความสำคัญของการวิจัย 5

ขอบเขตการวิจัย 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

สมมติฐานของการวิจัย 7

กรอบแนวคิดการวิจัย 8

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 9

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking skill) 9

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ 22

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) 26

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ 35

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 43
การวิจัยขั้นตอนที่ 1 สร้างและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 44
การวิจัยระยะที่ 2 ศึกษาผลการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....58
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....67
ขั้นตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 67
ส่วนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย.....68
ส่วนที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแนวทางการจัดการเรียนรู้.....73
ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น 80
บทที่ 5 บทสรุป 88
สรุปผลการวิจัย.....88
ข้อเสนอแนะ 98
บรรณานุกรม..... 100
ภาคผนวก..... 111
ประวัติผู้วิจัย 382

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 สังเคราะห์งานวิจัย ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอนการวัดการคิดเชิงคำนวณ....13

ตาราง 2 สังเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....28

ตาราง 3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 62

ตาราง 4 ผลการประเมินรูปแบบมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ความเหมาะสม.....78

ตาราง 5 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้.....79

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ..80

ตาราง 7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ..87

ตาราง 8 ภาพรวมของช่วงกิจกรรมการเรียนรู้..... 190

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ดังนี้..... 302

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย....8

ภาพ 2 แผนภาพกระบวนการคิดเชิงคำนวณ....11

ภาพ 3 กรอบแนวคิดการวิจัยขั้นตอนที่ 1 45

ภาพ 4 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ 46

ภาพ 5 (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย....58

ภาพ 6 ขั้นตอนการวิจัยขั้นตอนที่ 2 60

ภาพ 7 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน....77

ภาพ 8 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน....78

ภาพ 9 สนามการแข่งขันย่อย 82

ภาพ 10 เทคนิคการเดินตามเส้นตัด 83

ภาพ 11 เทคนิคการชนของหุ่นยนต์ในการดำเนินภารกิจ....83

ภาพ 12 เข้าร่วมประกวดการแข่งขันโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย 85

ภาพ 13 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11....85

ภาพ 14 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12....86

ภาพ 15 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563....86

ภาพ 16 เข้าร่วมประกวดการแข่งขันโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย 93

ภาพ 17 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11....94

ภาพ 18 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12.....94

ภาพ 19 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12.....95

ภาพ 20 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12.....95

ภาพ 21 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563.....96

ภาพ 22 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563.....96

ภาพ 23 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563.....97

ภาพ 24 การถ่ายทอดเทคนิคจากรุ่นพี่สู่รุ่นน้อง.....98

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีและสารสนเทศเข้ามามีบทบาทกับวิถีชีวิตของผู้คน ท่ามกลางการดำเนินชีวิตประจำวันที่รายล้อมไปด้วยการนำเทคโนโลยีรอบตัวเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในทุกด้าน การใช้อินเตอร์เน็ต เพื่อช่วยงานด้านต่าง ๆ การใช้เครือข่ายสังคมออนไลน์ ระบบแก้ปัญหาอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent) ล้วนเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันทั้งสิ้นมีความสะดวกรวดเร็วทำให้คนรุ่นใหม่มีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปจากแต่ก่อนเป็นอย่างมาก

การขยายตัวทางด้านเทคโนโลยีส่งผลโดยตรงต่ออาชีพการทำงานและความเป็นอยู่ การเติบโตของระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ ถูกนำมาช่วยในการทำงานเพิ่มความรวดเร็วแม่นยำ ลดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต และการทำงาน ซึ่งทำให้ระบบงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นกว่าในอดีต ส่งผลให้หลายอาชีพที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานตายตัว มีโอกาสที่เทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาทำงานแทนที่มากขึ้น จากการปรับตัวทางด้านเทคโนโลยีนี้ จำเป็นต้องเน้นย้ำถึงการปรับตัวรู้ต่อการพัฒนาเทคโนโลยี เรียนรู้การทำงานร่วมกับเทคโนโลยีในการประกอบอาชีพ การใช้เทคโนโลยีถือเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตการทำงานในสภาพสังคมปัจจุบันที่ขับเคลื่อนไปด้วย ซอฟต์แวร์ และความรู้ด้าน โปรแกรมมิ่ง (Marcos, 2015) ซึ่งการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีทักษะ การคิดวิเคราะห์ วางแผนจัดการ การคิดอย่างเป็นเหตุและผล คิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Jeannette M. Wing (2006) ที่เป็นผู้ริเริ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มาช่วยพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาหรือเรียกว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณนี้เป็นทักษะที่เสริมศักยภาพในการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว โดยที่สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการคิดนี้ได้มาจากการจำลองกระบวนการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการทำงานในชีวิตประจำวันได้ โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรม เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธีการ หรือ อัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหา ในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบ ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการกับปัญหาที่มีความยากซับซ้อนมีขนาดใหญ่ให้สามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบ และเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพ เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะ แนวคิด และเทคนิค ซึ่งสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา ทั้งนี้ทักษะการคิดเชิง

คำนวณ ประกอบด้วย วิธีการคิด การคิดเชิงคำนวณ กระบวนการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ขั้นตอน พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบ รวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนากระบวนการจัดการปัญหาที่เป็นวิธีการ เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธี เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบ เป็นการจำลองความคิดที่ฝึกให้มีวิธีคิดเหมือนคอมพิวเตอร์ ทักษะการคิดเชิงคำนวณนี้ส่งผลโดยตรงต่อการดำเนินอาชีพในอนาคตและควรเป็นทักษะความสามารถในการวิเคราะห์ของคนรุ่นใหม่ทุกคน ให้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการเรียน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ ซึ่งตอบโจทย์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น ประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงการพัฒนาในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาแรงงานทักษะสูงที่สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและมีความเป็นนวัตกรในอนาคต ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ถูกนำเข้าไปในรายวิชาพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรายวิชา วิทยาการคำนวณ ที่อยู่ในหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการ และผลักดันให้ผู้เรียน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะความรู้ความเชี่ยวชาญ มีความชำนาญในการใช้เทคโนโลยี เพื่อพัฒนาระบบงานสมัยใหม่ เป็นผู้ที่สามารถสร้างนวัตกรรมขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้ขยายผลเติบโตอย่างก้าวกระโดด หลุดจากกับดักรายได้ปานกลาง มีระบบการทำงานที่มีความรวดเร็ว มีประสิทธิภาพมากขึ้นส่งผลถึงคุณภาพด้านกำลังผลิตสินค้าที่สามารถผลิตได้เร็วและคุณภาพมากขึ้น ส่งผลถึงรายได้ที่มากขึ้นตามไปด้วยในอนาคต สอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2560-2564 ในด้านการพัฒนานวัตกรรมและการนำไปใช้เป็นปัจจัยขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกมิติ เพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศในทุกด้าน โดยที่ในช่วงต่อจากนี้จะมุ่งเน้นการนำความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรมเพื่อทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรฐกิจ ทั้งในเรื่องกระบวนการผลิตและรูปแบบกผลิตภัณฑ์การบริการใหม่ ๆ เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และรูปแบบการดำเนินธุรกิจ การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นหนึ่งในการเสริมสร้างความสามารถเพื่อสร้างแรงงานทักษะสูงที่สามารถผลักดันให้เกิดการพัฒนาสังคมแห่งนวัตกรรมในโลกยุคดิจิทัล ซึ่งจากแผนการพัฒนาเศรฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2560-2564 ยังเน้นในเรื่องของการส่งเสริมระบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการเชื่อมโยงระหว่าง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM Education) และเพิ่มจำนวนนักเรียนที่สนใจในด้านดังกล่าว เพื่อผลิตกำลังคนและครูเชิงคุณภาพ พร้อมไปกับการเพิ่มแรงจูงใจในอาชีพครูวิทยาศาสตร์

ซึ่งปัจจุบัน รัฐบาลได้เห็นถึงปัญหาระบบการศึกษาในประเทศไทย โดยดูจากคะแนนการสอบวัดผล Programme for International Student Assessment (PISA) ในปี 2019 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการอ่าน 393 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 487 คะแนน) คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มประเทศเศรษฐกิจที่มี

คะแนนสูงสุด 5 อันดับแรก (Top 5) และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ผลการประเมินชี้ว่า ระบบการศึกษาไทยมีส่วนหนึ่งที่มีคุณภาพและสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในระดับสูงได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

จากการสังเกตการสอนในชั้นเรียน และสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงสอนส่วนมากเป็นการสอนแบบบรรยายเนื้อหาการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียวผู้เรียนขาดการพัฒนาทักษะในหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา นักเรียนสามารถตอบโจทย์ได้เบื้องต้นในระดับการท่องจำ ยังไม่สามารถนำความรู้มา ประยุกต์ได้ในสถานการณ์ปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบทำให้ไม่สามารถ เชื่อมโยงความคิด ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมไปถึงการแก้ปัญหาด้านการเขียนโปรแกรมจากโจทย์ หรือ ปัญหาที่กำหนดให้ ไม่สามารถออกแบบผังงาน การจำลองความคิดที่นำไปสู่วิธีแก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนได้ ขาดทักษะในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการสร้างชิ้นงาน ผู้สอนยังจำเป็นต้องแนะนำอย่างใกล้ชิดในการแนะนำวิธีแก้ปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้บ่อยครั้ง

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นหน้าที่สำคัญของโรงเรียนในการพัฒนานักเรียนที่มีคุณภาพตามจุดมุ่งหมายของกระทรวงศึกษาธิการที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิด การจัดการกับสถานการณ์การบูรณาการความรู้เพื่อประยุกต์ใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนต้องรู้จัก คิดอย่างมีเหตุผล ลงมือเป็นแก้ปัญหาเป็นเพื่อให้นักเรียนจะได้มีความรู้ความสามารถในการจัดการปัญหาได้ในอนาคต

การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษา ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ความรู้ใหม่นั้น เป็นความรู้ที่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนไม่มีประสบการณ์มาก่อน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2555, น. 57) กล่าวว่านักเรียนสามารถพัฒนาโครงงานได้ในเวลาว่าง นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ภายใต้การแนะนำของครูผู้สอนเพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงงานภายใต้การดูแลกำกับโดยครู ผู้ซึ่งเป็นผู้เตรียมการดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบยั่งยืน และสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการปฏิบัติมาใช้แก้ปัญหาได้ในอนาคต (ศศิโสภิต แพงศรี, 2561) ซึ่ง ในบริบทของเทคโนโลยีในปัจจุบัน การใช้หุ่นยนต์มาเป็นสื่อการสอนเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเสริมสร้างทักษะในด้านต่าง ๆ เป็นการบูรณาการวิชาความรู้ในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างสมบูรณ์แบบ ทำให้ เกิดการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่จะพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์คิดแก้ปัญหาการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ นอกจากนั้นหุ่นยนต์ยังเป็นเครื่องมือที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้

ได้สร้าง และ ได้ฝึกการสังเกตข้อผิดพลาดในการทำงาน ได้ทดลองที่ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ เกิดพัฒนาการที่ดีในการเรียนรู้ไปในเชิงบวกมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งผ่านการปฏิบัติ (Guanhua Chen 2017) และหุ่นยนต์ยังส่งเสริม การสร้างระเบียบวินัยในการทำงานร่วมกัน เป็นทีมที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันสร้างพัฒนาการทีดีในด้านความคิดสร้างสรรค์ (Marina U. Bers, 2010)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมการใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวของสะเต็มศึกษา และเนื่องด้วยในปัจจุบัน หุ่นยนต์และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ มีราคาทีถูกลง ทำให้ คนทั่วไปและโรงเรียนต่าง ๆ สามารถซื้อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น ทำให้การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน จึงเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน

จากเหตุผลที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่มีบริบทเปลี่ยนแปลงชีวิตความเป็นอยู่ของสังคมในอนาคต ที่เทคโนโลยีสารสนเทศ และระบบอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทของการทำงานเป็นส่วนหลัก และเล็งเห็นถึงการปรับตัวของการเรียนรู้ที่ต้องทันต่อเหตุการณ์ความเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ผ่านการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อนำผลวิจัยมาพัฒนาคุณภาพด้านกระบวนการคิดเชิงคำนวณ และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตอบสนองความต้องการของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุธศักราช 2560 จากองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ ขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาเด็กไทย ในการเตรียมพร้อมก้าวไปสู่ การทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ในอนาคต

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นนยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะช่วยให้เป็นแนวทางสำหรับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับ บุคลากรทางการศึกษา และ ครูผู้สอนสำหรับออกแบบวางแผนวิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมกับผู้เรียน และส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

1.เป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.ได้แนวทางการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากร/ กลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 30 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

2. ขอบเขตด้านตัวแปร

2.1 ตัวแปรที่ใช้ศึกษา ได้แก่

ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจงโดยให้บอกเหตุผล

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยคือ บทเรียนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ได้แก่

3.1 ทำความรู้จักกับส่วนประกอบหุ่นยนต์

3.1.1 หน่วยประมวลผล

3.1.2 กลไกชนิดต่าง ๆ

3.1.3 การประกอบแหล่งพลังงานและการควบคุมหุ่นยนต์

3.1.4 ส่วนประกอบเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในกับหุ่นยนต์

3.2 ขั้นตอนการสร้างหุ่นยนต์

3.2.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.2.2 การประกอบชิ้นส่วนให้เข้ากัน

3.2.3 การตัดเจาะชิ้นส่วนและวัสดุ

3.3 การเขียนโปรแกรม เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

3.3.1 การสรุปแนวคิดเพื่อออกแบบผังงาน

3.3.2 การเขียนผังงาน

3.3.3 การนำผังงานมาเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ขึ้นโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน ส่งเสริมการทำงานเป็นทีม ฝึกการวางแผนให้เป็นลำดับขั้นตอน ใช้ความรู้ความสามารถด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อ การวางแผน ที่เริ่มตั้งแต่ การแตกปัญหา การหารูปแบบ การคิดเชิงนามธรรมที่มีการเขียนแผนภาพออกแบบการทำงานการมองภาพรวมของโครงงานหุ่นยนต์ ไปจนถึง การนำแผนภาพที่ออกแบบมาเขียนขั้นตอนวิธี เพื่อให้แปลงเป็นชุดคำสั่ง และกระบวนการพัฒนาหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ทำตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ หมายถึง กระบวนการคิดแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบระเบียบที่มีการนำหลักการ วิธี ขั้นตอนมาจาก กระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ในเนื้อหาของการจัดกิจกรรมครั้งนี้ ซึ่ง นักเรียนจะสามารถแก้ไข จัดการกับปัญหาได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน สามารถคิดอัลกอริทึม จัดการกับปัญหาใหญ่ที่มีความซับซ้อนได้ และสามารถนำกระบวนการคิดในลักษณะนี้ มาใช้แก้ไขปัญหาได้ทุกปัญหาในชีวิตประจำวัน เป็นกระบวนการที่สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่อย่างซับซ้อนและมีประสิทธิภาพ (Seymour Papert 1980) ซึ่งโมเดลของ การคิดเชิงคำนวณของ Jeannate M. Wing ในปี 2006 ได้กำหนดโครงสร้าง4 เสาหลักของการคิดเชิงคำนวณไว้โดยมีองค์ประกอบของกระบวนการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 Decomposition คือการจำแนกปัญหาใหญ่ที่มีความซับซ้อนออกมาเป็นปัญหาย่อย เพื่อให้การง่ายต่อการจัดการปัญหา และสามารถลดภาระการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 Pattern Recognition คือการสังเกตรูปแบบที่เกิดขึ้นกันอย่างซ้ำกันจากปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนาที่เกิดขึ้นสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 Pattern Generalization Abstraction คือ การมองภาพรวมเพื่อนิยามสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย ตัดรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออก เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบของการแก้ไขปัญหา

ที่เกิดขึ้น สร้างแบบจำลองจากแนวคิดเพื่อนำสิ่งต่าง ๆ มาวิเคราะห์และสามารถนำแนวคิดในการปรับปรุงไปใช้ออกแบบกระบวนการจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 4 Algorithm Design คือ การออกแบบลำดับการทำงานที่สามารถทำซ้ำได้อีกและสามารถรองรับปัญหาที่เกิดขึ้น ได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ

3. ความเหมาะสม หมายถึง ระดับความคิดและความเหมาะสมเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการประเมินเครื่องมือที่ใช้ในรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. ความพึงพอใจ หมายถึง ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

5. การการสอนในรูปแบบโครงงาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมความรู้ด้วยตนเองนำไปสู่การพัฒนาความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติการฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญโดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการที่ทำงานเป็นกลุ่มนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลจากการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม ของนักเรียนโรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยพะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

6. รูปแบบการสอน หมายถึง แผนแสดงการจัดการเรียนรู้ สำหรับนำไปใช้สอนในห้องเรียนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด แผนดังกล่าวจะแสดงถึงลำดับความสอดคล้องกันภายใต้หลักการของแนวคิดพื้นฐานเดียวกัน องค์ประกอบทั้งหลายได้แก่ หลักการจุดมุ่งหมาย เนื้อหา และทักษะที่ต้องการสอน ยุทธศาสตร์การสอน วิธีการสอน กระบวนการสอนขั้นตอนและกิจกรรมการสอน และการวัดและประเมินผล

7. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 30 คนได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

สมมติฐานของการวิจัย

ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายสูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องไว้ตามหมวดหมู่ดังต่อไปนี้

1. ทักษะการคิดเชิงคำนวณ
   1.1 ที่มาของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
   1.2 องค์ประกอบของทักษะการคิดเชิงคำนวณ
   1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ
   1.4 การวัดผลทักษะการคิดเชิงคำนวณ
2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้
   2.1 ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
   2.2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้
   2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้
3. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
   3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
   3.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
   3.3 กระบวนการและขั้นตอนการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
   3.4 การวัดผลจากการใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
   3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน
4. การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้
   งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking skill)

1. ที่มาของทักษะการคิดเชิงคำนวณ

Computational Thinking การคิดเชิงคำนวณ Computational Thinking ได้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดย Seymour Pipert ในปี 1980 และนำมาใช้อีกครั้งในปี 1996 ซึ่งแนวคิดเชิงคำนวณ ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน หรือ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นกระบวนการที่สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่อย่างซับซ้อนและมีประสิทธิภาพ

Jeanette. Marry. Wing (2006) บทความกล่าวว่า"การคิดคำนวณเป็นพื้นฐานสำหรับทุกคนไม่ใช่แค่นักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์เท่านั้น"และ"เราควรเพิ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณเพื่อความสามารถในการวิเคราะห์ของเด็กทุกคน"

Jeanette. Marry. Wing (2012) ได้ให้คำนิยามของการคิดเชิงคำนวณว่า การคิดเชิงคำนวณ คือ ทักษะพื้นฐานที่คนยุคใหม่ในโลกนี้ต้องมีทักษะนี้ ทั้งการอ่าน การเขียน การเรียนในมหาวิทยาลัย ผู้เรียนทุกคนควรมีทักษะ เพื่อความสามารถในการวิเคราะห์จัดการกับปัญหาและออกแบบกระบวนการแก้ไข เข้าใจพฤติกรรมมนุษย์ และสามารถออกแบบแผนภาพ อธิบายการทำงานเชิงความคิดได้เหมือนนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ซึ่งการคิดอย่างนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ มีความหมายมากกว่าการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มันหมายถึงการสามารถตีปัญหาออกมาในเชิงนามธรรม และสามารถมองปัญหาได้อย่างลึกซึ้งในหลายมิติ

Susanne Hambrusch (2012) ได้ให้คำนิยามเกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ ไว้ดังนี้ การคิดเชิงคำนวณคือ การคิดวิเคราะห์ ปัญหา โดยใช้ความสามารถ ที่หลากหลาย รวมถึง การคิดสูตรในการจัดการปัญหา การสร้างนามธรรม และ การ เสนอแนวทางการจัดการปัญหา ทางเลือก ในการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพทักษะนี้ จะรวมไปถึง การสร้าง อัลกอริทึม และโครงสร้างข้อมูลในการนำเสนอและ การจำลองเหตุการณ์

ปัญญาพนธ์ พูลสวัสดิ์ (2556) ได้ให้คำจำกัดความของแนวคิดเชิงคำนวณไว้ว่าการคิดเชิงคำนณ คือ กระบวนการคิดที่จำเป็นต้องใช้ทักษะและเทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาเหมือนกับกระบวนการของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ หรือ วิศวกรซอฟต์แวร์ สำหรับเขียนโปรแกรมซึ่ง แก่นแท้ของการแก้ไขปัญหา แบบมีลำดับขั้นตอนให้กลายเป็นเรื่องที่ สายอาชีพอื่น สามารถนำแนวคิดลำดับขั้นตอนมาแก้ปัญหาเชิงนามธรรมได้

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด (2559) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณ ไว้ว่า การคิดเชิงคำนวณหมายถึง กระบวนการคิดสำหรับแก้ไขปัญหาที่จะเกิดจาก การคิดวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายอย่างเป็นระบบโดยการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล ขั้นตอน พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบ เพื่อให้วิธีแก้ไขปัญหานั้นเป็นรูปแบบที่ผู้แก้ปัญหาสามารถปฏิบัติตามได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราในการแก้ไขปัญหาในทางคอมพิวเตอร์ นั้นต้องมีความชัดเจนว่าจะแก้ไขปัญหาอย่างไร โดยอาจเป็นการเขียนโปรแกรม หรือ อาจเป็นวิธี การมองปัญหา ในมุมมองที่ใช้การคำนวณแก้ปัญหา

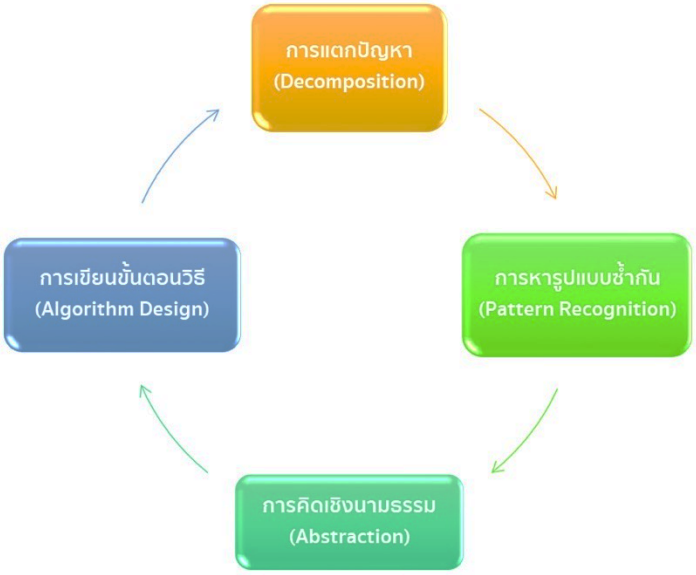
พสุ เดชะรินทร์ (2556) ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไวว่า ความสามารถในการแปลความหมายข้อมูลต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างมากมายมหาศาลไปสู่สิ่งที่เป็นประโยชน์

กฤษณะพงษ์ กีรติกร (2558) ให้ความหมายของการคิดเชิงคำนวณไวว่า การคิดเชิงคำนวณคือ ระบบคิดที่ใช้ตรรกะการคำนวณ มีความสามารถในการสร้างกรอบแนวคิดเป็นนามธรรมจากข้อมูลจำนวนมาก และสามารถหาเหตุและผลจากฐานข้อมูลนี้

สรุป การคิดเชิงคำนวณคือ กระบวนการในการ จำลองแนวคิดของการพัฒนาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยทักษะนี้ ไม่จำเป็นต้องเป็นการเขียนโปรแกรม ก็สามารถนำวิธีคิดนี้มาจัดการกับปัญหาได้ โดยเริ่มจากการ แตกปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อยต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา แล้วดำเนินการสังเกตหรือจับหลักการ จากการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของปัญหา เพื่อการจำ แบบรูป (Pattern) ในการมองภาพรวม และนำไปสู่การออกแบบ กระบวนการจัดการกับปัญหา ที่เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหา ที่ผู้ใช้อื่น ๆ สามารถนำวิธีคิดนี้มาจัดการกับปัญหาได้อย่างถาวร เช่นเดียวกับระบบอัตโนมัติ

2. องค์ประกอบและขั้นตอนของทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

Jeannette M Wing ได้กำหนดองค์ประกอบขั้นตอนของทักษะการคิดเชิงคำนวณ Computational thinking (CT) มีกระบวนการคิดที่จำเป็นต้องใช้เทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาที่คล้ายกับกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดองค์ประกอบหลักซึ่งมีอยู่ 4 องค์ประกอบ ดังนี้



ภาพ 2 แผนภาพกระบวนการคิดเชิงคำนวณ

ขั้นที่ 1 การแตกปัญหา (Decomposition)

คือ การแจกแจงส่วนประกอบย่อยจากสิ่งที่มีความซับซ้อน หรือ การแตกปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อยเพื่อการทำงานที่เร็วมากยิ่งขึ้น เช่นเวลากินอาหารจานหนึ่ง เราไม่เคยกินแล้วสามารถบอกส่วนประกอบในอาหารจากรสชาติอาหารนั้น ๆ ซึ่งการอาจเป็นการแจกแจงชนิดของอาหารไปจะนำไปสู่การทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ของอาหารชนิดนั้น ๆ

ขั้นที่ 2 การหารูปแบบ (Pattern Recognition)

คือ การสังเกตรูปแบบที่มีการเกิดขึ้นซ้ำหลายครั้ง เช่นนักเล่นหุ้นมักจะมองสิ่งที่เกิดขึ้นกับการซื้อขายอยู่บ่อย ๆ สิ่งที่ต้องใช้ข้อสังเกตเหล่านี้ถูกนำมาเป็นแนวความคิดเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการซื้อขายหุ้น รวมไปถึงสถานการณ์ที่เคยเกิดขึ้นยิ่งมากยิ่งมีผลต่อความแม่นยำในการทำนายผลในอนาคตอีกด้วย

ขั้นที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

คือ การมองภาพรวมเพื่อนิยามสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย เป็นการจับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาทำการจำลองในเชิงนามธรรม และจับหลักเหตุการณ์ มาเพื่อนำมาออกแบบกระบวนการแก้ไขปัญหา เช่นการบริหารเวลานักวางแผนใช้การวางแผนรายสัปดาห์แทนรายวันและรายชั่วโมง

ขั้นที่ 4 การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithm Design)

เป็นการออกแบบลำดับการทำงาน หรือ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดในลักษณะเดียวกัน และสามารถนำมาทำซ้ำได้อีก เช่น พ่อครัวเขียนสูตรทำอาหารเพื่อให้คนอื่นสามารถทำอาหารที่มีรสชาติเหมือนกัน ได้เองโดยไม่จำเป็นต้องให้พ่อครัวมาปรุงเอง

3. การวัดผล ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดย ได้ขั้นตอน ตังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 สังเคราะห์งานวิจัย ที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาขั้นตอนการวัดการคิดเชิงคำนวณ

ประเด็นหัวข้อด้านการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	Anna Felicia (2017)	Macos Roman Gonzalez (2015)	Vaso Constantinou (2017)	Marina U. Bers (2010)	Suchi Grover (2011)	Anna Felicia (2017)	Guanhua Chen (2017)	Sama I.Swaid (2015)	James Lockwood(2017)	Ung L. Ling(2018)	สรุป
Algorithm	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Data	✓			✓			✓	✓			✓
Iteration (Loop, Recursion)	✓	✓	✓	✓	✓					✓	✓
Object	✓										
Process	✓			✓							
System	✓	✓	✓		✓				✓		✓
Abstraction		✓	✓					✓			
Structure Problem Solving		✓	✓				✓			✓	✓
Error Dection		✓	✓				✓			✓	✓
Sequencing				✓	✓						
Engineering Design				✓				✓			✓
Condition					✓		✓				
Pattern Recognition								✓		✓	
Logical										✓	
Evaluation								✓			
Visualization								✓			

ประเด็นหัวข้อด้านการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากตารางสังเคราะห์ ได้แก่

1. การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)
2. การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
3. การเขียนโปรแกรมเงื่อนไขวนซ้ำ (Iteration)
4. ข้อมูลที่ใช้ (Data, In-Output)
5. การคิดเชิงระบบ (System)
6. การจัดการปัญหา (Problem Solving)
7. การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Detection)

8. การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design)

จากประเด็นการวัดผลที่ได้จากการสังเคราะห์ นำมา ประกอบเข้ากับ โครงสร้างหลักของ Jeannate M. Wing (2012) และ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2560) รายวิชาวิทยาการคำนวณได้ดังนี้

1. ด้านการแตกปัญหา (Decomposition)

การจัดการปัญหา (Problem Solving)

2. ด้านการหารูปแบบของปัญหา (Pattern Recognition)

ข้อมูลที่ใช้ (Data, In-Output)

3. ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

การเขียนโปรแกรมเงื่อนไขวนซ้ำ (Iteration)

การคิดเชิงระบบ (System)

การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design)

4. ด้านการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm Design)

การตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error Detection)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากการใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ปัญญาพนต์ พูลสวัสดิ์ (2560) ได้ทำงานวิจัยเรื่องเกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพ และแนวคิดเชิงคำนวณ อย่างเป็นระบบงานวิจัยชิ้นนี้ ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบ การเรียนรู้เพื่อวัดผลจากการใช้แนวคิดเชิงคำนวณ อย่างเป็นระบบ และโปรแกรมเชิงจินตภาพได้มีการสรุปผลการทดลองผ่าน โครงงานการพัฒนาเกม และ แบบทดสอบก่อนหลังเรียน

ผลลัพธ์ ที่ได้คือ ระยะเวลาในการพัฒนาเกมที่สั้นลง และผู้เรียน มีทักษะที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมวัตถุประสงค์นำรูปแบบการเขียนโปรแกรมเชิงจินตภาพมาใช้งานร่วมกับปัญหาที่กำหนดขึ้นเพื่อทดสอบแนวคิดเชิงคำนวณยอย่างเป็นระบบทำให้เกิดทักษะการเขียนโปรแกรมที่ดีขึ้นเพื่อนำไปประยุกต์กับโครงงงานการพัฒนาแกมในระยะเวลาที่จำกัดผสมผสานรูปแบบการเรียนรู้ผ่านสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถสร้างความสนใจให้กับผู้เรียนให้รู้จักการแก้ปัญหา และคิดรูปแบบการรับมือได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านผลลัพธ์การพัฒนาเกมโดยได้ทำการทดลองโดยการทำการทดสอบ บันทึกและประเมินผลการใช้แนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ มาเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยนำบทเรียนออนไลน์ ที่ใช้จาก Research at Google: Computational Thinking มาประยุกต์ใช้ร่วมในการสอน และนำโปรแกรมเชิงจินตภาพ Blocky เข้ามาเป็นส่วนประกอบในการพัฒนาส่วนของแบบฝึกหัดในห้องเรียนโดยใช้เนื้อหาในรายวิชา GT 368

การสอนตามบทเรียนปกติเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมพัฒนาเกมเอนจิ้นและแทรกกิจกรรมโครงงานย่อยสำหรับฝึกแก้ปัญหาโดยใช้การคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบลงไปในเนื้อหา ได้ทำการออกแบบตัวทดสอบในเชิงการช่วยเหลือสำหรับการเขียนโปรแกรมโดยโปรแกรมเชิงจินตภาพผู้เล่นสามารถตรวจสอบว่ารูปแบบการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนนั้นทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่ผ่านการวางกล่องหรือบล็อกของโปรแกรมเชิงจินตภาพผ่านแอพพลิเคชั่นเพราะกำหนดโครงงานเกมที่ผู้เรียนต้องศึกษาด้วยตนเองภายใน 2 สัปดาห์เครื่องวัดทักษะการแก้ปัญหาด้วยการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนที่ดีขึ้นและระยะในการพัฒนาโครงงานที่ลดลงโดยเนื้อหาจะเป็นการเขียนโปรแกรมด้วย Javascript ที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกับภาษา C# อบรมการทำงานของเกมที่ถูกออกแบบและใช้หลักแนวคิดการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นมาแทรกในบทเรียนโดยมีประชากรกลุ่มตัวอย่าง

คนที่ลงทะเบียนเรียน คนที่ลงทะเบียนเรียนวิชา GT 368 จากการวิจัยครั้งนี้ได้ผลสรุปว่า หลังจากที่ได้ใช้บทเรียนออนไลน์การพัฒนาเกมบน Application ด้วยโปรแกรมเชิงจินตภาพให้แก่กลุ่มตัวอย่างเป็นที่เรียบร้อยขั้นตอนการวัดผลการเรียนรู้และการพัฒนาความก้าวหน้าของกลุ่มตัวอย่าง คือ การกำหนดปัญหาของโครงงานทางการสร้างเกมแนวเดินระนาบ (Platform side scrolling Game) โดยการตั้งเงื่อนไขการเคลื่อนไหวของตัวละครและระบบฟิสิกส์ของตัวละครโดยใช้การใช้แนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ กลุ่มตัวอย่างของผู้เรียนสามารถใช้รูปแบบการสุ่มวัตถุที่ตกลงมาจากท้องฟ้าให้เป็นศัตรูหรือบางสิ่งที่สร้างความเสียหายได้โดยรูปแบบการทำงานของฟังก์ชันเดิมที่มีอยู่มาเป็นฟังก์ชันใหม่และกำหนดเงื่อนไขของตัวระบบเกมที่สร้างขึ้นจากระดับความยากที่ 5 ผู้เล่นบางคนสามารถกำหนดเงื่อนไขใหม่และเปลี่ยนรูปแบบของโครงงานให้มีความแตกต่างและกำหนดปัญหานอกเหนือจากที่กำหนดได้ซึ่งจะได้รูปแบบใหม่พร้อมแนวทางการแก้ปัญหาของผู้เล่นด้วยตนเอง

เมื่อมีการวัดระดับความก้าวหน้าจากรูปแบบของโครงงานในระยะเวลา 2 สัปดาห์พบว่ากลุ่มตัวอย่าง 13 คน สามารถพัฒนาโครงงานเกมในรายวิชาได้ตามเงื่อนไขปัญหาที่กำหนดได้ตรงเวลามีงก็อย่าง 9 คน สามารถพัฒนาเกมได้ตรงเวลาโดยที่มีความซับซ้อนหรือตัวโครงงานมีความแตกต่างและความก้าวหน้าของผลงานได้ดีกว่าข้อกำหนดทั้งตัวปัญหาเดิมพร้อมกับรูปแบบปัญหาใหม่ที่มีการพัฒนาเพิ่มเข้ามาในโครงงานใน 8 คน ไม่สามารถพัฒนาโครงงานเกมได้ตามเวลาที่กำหนดแต่มีความเข้าใจและสามารถอธิบายการทำงานของคำสั่งตัวแปรภาษาโปรแกรมได้แต่ถึงแม้จะไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่กำหนดจากโครงงานได้ โดยการประเมินกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาและความเข้าใจในการเขียนภาษาโปรแกรมผ่านแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบและโปรแกรมเชิงคุณภาพเป็นสื่อการเรียนรู้และทบทวนหลังบทเรียนตลอด 5 สัปดาห์แรกการจัดการเรียนรู้และผลลัพธ์ว่าจำนวน 11 คน จากกลุ่มตัวอย่างสามารถกำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาแบบใหม่ได้ด้วยตนเองที่ 7 คน มีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาที่ดีขึ้นและสามารถนำรูปแบบปัญหาของโปรแกรมไป

วิเคราะห์ผ่านแอพพลิเคชั่นโปรแกรมเชิงจินตภาพและจากโปรแกรมเชิงคุณภาพนี้ช่วยให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจการทำงานในรูปแบบฟังก์ชันของโปรแกรมได้มากขึ้น จากงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้ เห็นถึง ขั้นตอนกระบวนการ และวิธีการเชิงทดลอง กับกระบวนการนำทักษะการคิดเชิงคำนวณมาใช้ในการสร้างโครงงาน ทำให้เห็นภาพรวมในเชิงการทดลองได้มากขึ้น

Kyu Han Koh (2015) ระบบการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงคำนวณแบบโต้ตอบ Real Time(Real time assessment of computational Thinking) โดยงานวิจัยชิ้นนี้จะเกี่ยวกับการเรียน โดยใช้เทคโนโลยีเป็นฐาน (Cyber Learning tool based) เป็นนวัตกรรมระดับสูงที่ทำให้นักเรียนได้เข้าถึงกระบวนการที่ช่วยครูในการสอนในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี ในปัจจุบันนั้นทักษะการเขียนโปรแกรมหรือการพัฒนาโปรแกรมเป็นสิ่งที่จำเป็นและถูกเพิ่มเข้ามาในวิชาพื้นฐานในห้องเรียนของทุกระดับชั้น แต่อย่างไรก็ตามหากมีเครื่องมือชนิดใดที่สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้แบบตอบสนองทันทีทันได้ (Real Time) ในรายวิชาการเขียนโปรแกรม จุดประสงค์หลักของการนำระบบ REACT (Real Time evaluation and assessment of computational Thinking) มาใช้ถือเป็นก้าวแรกในการให้ครูเห็นแนวคิดการเขียนโปรแกรมของนักเรียนตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงระดับที่ต้องใช้ความสามารถสูง และ พวกเขาสามารถเข้าถึงการเขียนโปรแกรมได้ตลอดเวลา ซึ่งระบบ REACT จะสนับสนุนการอำนวยความสะดวกด้านการสอน และเพิ่มศักยภาพความสามารถการเขียนโปรแกรมของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 เช่นเดียวกับการเรียนโดยใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

ภายในห้องเรียนผู้วิจัยได้สร้างระบบ REACT โดยระบบนี้เป็นกราฟฟิกหน้าจอที่เข้าถึงได้แบบตามเวลาจริง ทำให้ผู้สอนทำการจัดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณกับผู้เรียนได้ และสามารถสร้างเกมและการจำลองสถานการณ์แบบ (Simulation) บนระบบได้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากระบบนี้โดยมี 3 ส่วนหลัก ได้แก่ Build ซึ่งเป็นเว็บแอพพลิเคชั่น (Web based Application) ที่สามารถทำงานได้ทั้ง คอมพิวเตอร์เดสก์ทอป หรือ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ โดยมีเงื่อนไขที่กำหนดไว้แนบมาด้วยซึ่งช่วยให้ผู้สอน สะดวกในการสอนวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ช่วยอำนวยความสะดวกในการรายงานผลการทดสอบของนักเรียนโดยมีการแสดงผลชี้วัดต่าง ๆ รายงานเป็นกราฟ และ ครูเป็นตัวแทนที่มีประโยชน์มากที่สุดในชั้นเรียน และในแต่ละกระบวนการดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนทำให้ครูสามารถตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยพบว่า ระบบ REACT ทำให้ผู้สอนเข้าใจนักเรียนได้มากขึ้นในการจัดการเรียนรู้แบบตามเวลาจริง ระบบ REACT ทำให้ผู้สอนเริ่มทางในการเห็นกิจกรรมต่าง ๆ ที่พัฒนานักเรียนในการเขียนโปรแกรม ระบบ REACT ทำให้ผู้สอนมี ความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้นปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องเรียนก่อนที่จะเกิด ระบบ REACT ฝังตัวอยู่ในเนื้อหาออนไลน์ที่เป็นลักษณะการออกแบบเกมส์ (Game Design) ที่นักเรียนปฏิบัติอยู่ในห้องเรียนซึ่งระบบนี้จะเก็บข้อมูลผลงาน (Project) ของผู้เรียน

ไว้ในฐานข้อมูลและทำการวิเคราะห์ Project หรือโปรแกรมที่ผู้เรียนได้เขียน และทำการทดสอบการคิดเชิงคำนวณเป็นแบบตามเวลาจริง การวิเคราะห์ความคิดเชิงระบบสำหรับ project ของผู้เรียนจะถูกวิเคราะห์ผลการทดลองของ project และวัดระดับการคิดเชิงคำนวณโดยระบบ การใช้งานระบบนี้ใช้เวลา 4 สัปดาห์ผู้สอน 4 คน 6 ห้องเรียน 23 ชั่วโมงในแต่ละห้องเรียนและใช้นักเรียน 134 คน ซึ่งนักเรียนทุกคนจะอยู่ในระดับเกรด 6 รวมถึงผู้สอน และไม่มีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมที่ซับซ้อน

จากงานวิจัยชิ้นนี้ผู้สอนได้ให้ความเห็นจากการใช้งานระบบ REACT ไว้ดังนี้ “เรามีปฏิสัมพันธ์ที่ดีขึ้นในการจัดการเรียนรู้ระหว่างครูกับนักเรียน จากการถามคำถามที่กระตุ้นเราการแสดงความเห็น โดยให้นักเรียนอธิบายเสนอทางแก้ไข ได้อย่างชัดเจนเข้าใจจริงในขณะที่ หากในการจัดการเรียนรู้ครั้งก่อน ที่ไม่มีระบบนี้มาใช้นักเรียนไม่สามารถตอบได้หรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับกระบวนการแนวทางการแก้ปัญหาได้ ซึ่งครูต้องคอยบอกได้คำตอบให้ตลอดเวลา “ภาพรวมที่ได้จากการใช้ REACT ได้แก่ 1) REACT เป็นระบบที่สามารถเปิดใช้งานการประเมินแผนของโครงงานในรูปแบบเกมได้ 2) REACT ช่วยในเรื่องการมอบหมายงานในลักษณะของโครงงานในรูปแบบเกม 3) ระบบ REACT เพิ่มประสิทธิภาพให้ผู้สอนในการจัดการกิจกรรมในชั้นเรียน 4) ระบบ REACT สามารถให้ผู้เรียนการมอบหเมายภารกิจในกิจกรรมได้ด้วยตนเองในการพัฒนาโครงงานที่สร้างขึ้น

เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ (2555)ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อสำหรับออกแบบสร้างหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เป็นการศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อพัฒนาชุดสื่อสำหรับออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วย ปัญญามีวิธีการดำเนินการ 4 ขั้นตอน คือ การศึกษาค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานการสร้างชุดสื่อการทดลองใช้ชุดสื่อและการประเมินผลเพื่อปรับปรุงชุดสื่อการดำเนินการดังกล่าวทำให้ได้ชุดสื่อสำหรับการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์และแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์โดยเครื่องมือดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์จำนวน 5 ท่านพบว่าชุดสื่อสำหรับการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์สามารถผ่านการทดสอบการทำงานได้ทุกประเด็นการทดสอบชุดสื่อมีความเหมาะสมของการเป็นสื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญาตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกประเด็นและทุกองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมและมีความสอดคล้องกันในการนำชุดสื่อสำหรับการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3 ของโรงเรียนวัดราษฎร์ศรัทธาจังหวัดชลบุรี

นักเรียนมีความสนใจเรียนรู้ด้วยชุดสื่อการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ จำนวน 30 คน ใช้ระยะเวลาทดลอง 2 วันโดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวทำการทดสอบก่อนและหลังการทดสอบโดยการทำวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Dependent t test และ One Sample t test พบว่าผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองใช้อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ 0.1 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดสื่อสำหรับการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 3.50 อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้การออกแบบและสร้างหุ่นยนต์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เกม 3.50 อย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 แสดงว่าชุดสื่อสำหรับการออกแบบและสร้างหุ่นที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของชุดสื่อและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาเด็กไทยด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ เป็นการวิจัยพัฒนา (Research and Develop) ชุดสืบสมองกลและการวิจัยทดลองนำร่อง (Pre experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อและรูปแบบในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของสำนักงาน คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและเพื่อศึกษาผลการใช้สื่อและรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานดำเนินการวิจัยเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะแรกการวิจัยเชิงพัฒนาเพื่อพัฒนาชุดสืบสมองกลและกำหนดรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้สอนหุ่นยนต์โรงเรียนในสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 15 คนจาก 15 โรงเรียน รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามวิเคราะห์ข้อมูลใช้ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ 2) คือ การวิจัยการทดลองนำร่องเพื่อศึกษาผลการใช้สื่อสมองกลและผลงานการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายตามรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น โดย ผลการใช้สื่อและรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจากผลการทดสอบที่ได้ คือ 1) ประสิทธิภาพของชุดสืบสมองกลและความเหมาะสมของรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีคือสมองกลในภาพรวมอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้เรียนรู้จากคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียนของกลุ่มเป้าหมายการวิจัยทางด้านความรู้ความเข้าใจของครูในระดับดีมากด้านการนำไปประยุกต์การสอนในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากดีและปานกลางจากเป็นร้อยละ 40.3 51 และ 63 ผลงานของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากคือสามารถสร้างผลงานได้เองอย่างมีประสิทธิภาพในร้อยละ

63 รองลงมาคืออยู่ในระดับดีหรือสร้างผลงานได้เองแต่ต้องปรับปรุงบางส่วนในร้อยละ 16.5 และระดับปานกลางคือสร้างผลงานได้โดยทำตามขั้นตอนการแนะนำของครูในร้อยละ 20 5.5

Ji Chen. (2020) ได้ทำการศึกษาการทดลองที่เน้นความสำคัญของการบูรณาการการคิดเชิงคำนวณ ผนวกเข้ากับการใช้เหตุผลในชีวิตประจำวันและกิจกรรมการเขียนโปรแกรมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมหลักสูตรบูรณาการ ด้านการคิดเชิงคำนวณ มีทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ที่ดีขึ้น และ การบูรณาการ ด้านการคิดเชิงคำนวณ ในการศึกษาระดับประถมศึกษาอาจนำไปสู่ความเข้าใจที่ดีขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาการคอมพิวเตอร์ นำไปสู่การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับอาชีพในอนาคตในสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM และได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นที่นักการศึกษาจะต้องบูรณาการ ด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณให้เข้ากับหลักสูตรการเรียนการสอนต่อไปเพื่อให้โอกาสแก่นักเรียนในการพัฒนาทักษะเหล่านี้ตั้งแต่ในการศึกษาระดับเริ่มต้นต่อไปในอนาคต

Andri Ioannou. (2019) ได้ศึกษาภาพรวมที่ครอบคลุมของงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในนักเรียน ผู้เขียนเสนอว่าการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษามีศักยภาพในการยกระดับทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงตรรกะ และการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และยังเสนอกรอบการทำงาน (Frame work) สำหรับการออกแบบกิจกรรมหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาที่รวมแนวคิดการคิดเชิงคำนวณ กรอบประกอบด้วยสี่ขั้นตอน: 1) การระบุปัญหา (problem identification), 2) การแยกส่วน (Decomposition), 3) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และ 4) นามธรรม (Abstraction) เมื่อปฏิบัติตามกรอบการทำงาน (Frame work) นี้ นักการศึกษาสามารถออกแบบกิจกรรมหุ่นยนต์ที่ไม่เพียงแต่สอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ แต่ยังมอบประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีส่วนร่วมและมีส่วนร่วมให้กับนักเรียนด้วยซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดรูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยหุ่นยนต์ที่ได้ได้ในอนาคต

Atmatzidou (2016) ได้ทำการทดสอบด้านศักยภาพของหุ่นยนต์ในการศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยมุ่งเน้นด้านของการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหา การศึกษาพบว่านักเรียนที่มีส่วนร่วมกับ หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการที่สำคัญในด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน เมื่อเทียบกับผู้ที่ไม่ได้ส่งเสริมทักษะนี้ สิ่งที่เป็นประเด็นที่น่าสนใจ คือ การศึกษายังเผยให้เห็นว่าอายุและเพศมีบทบาทต่อประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา โดยนักเรียนอายุน้อยและนักเรียนหญิงได้รับประโยชน์มากกว่าจากการแทรกแซง การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าวิทยาการหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาสามารถเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ แต่ควรพิจารณาอย่างรอบคอบถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น อายุและเพศเมื่อออกแบบและนำสิ่งแทรกแซงดังกล่าวไปใช้ในห้องเรียน

Francisco José García-Peñalvo. (2017) นำเสนอการศึกษาที่ตรวจสอบผลกระทบของการสอนการคิดเชิงคำนวณในการศึกษาก่อนเข้ามหาวิทยาลัย การศึกษานี้ดำเนินการกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 278 คน และมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณกับผลการเรียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการดำเนินกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณในห้องเรียนสามารถส่งผลดีต่อผลการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การศึกษายังบ่งชี้ว่าการคิดเชิงคำนวณยังสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีความสำคัญต่อความสำเร็จทางวิชาการและวิชาชีพในอนาคตของนักเรียน

Robledo-Castro et al. (2023) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบผลกระทบของโปรแกรมการแทรกแซงการคิดเชิงคำนวณต่อหน้าที่ของผู้บริหารในเด็กอายุ 10 ถึง 11 ปี ผลการศึกษาพบว่าโปรแกรมการแทรกแซงมีผลกระทบเชิงบวกต่อหน้าที่ของผู้บริหารของผู้เข้าร่วม โดยเฉพาะต่อความจำในการทำงาน และความยืดหยุ่นทางความคิด การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าการรวมกิจกรรมการคิดเชิงคำนวณไว้ในหลักสูตรสามารถเพิ่มทักษะการทำงานของผู้บริหาร ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับความสำเร็จทางวิชาการ การศึกษาเน้นให้เห็นถึงประโยชน์ที่เป็นไปได้ของการศึกษาการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียน ไม่เพียงแต่ในแง่ของทักษะวิทยาการคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะการคิดด้วย

Vance Kite. (2022) ได้ทำการวิจัยโดยมุ่งเน้นความสำคัญของการจัดหาทักษะและความรู้ที่จำเป็นสำหรับครูวิทยาศาสตร์บริการเพื่อสอนการคิดเชิงคำนวณแก่นักเรียนอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งได้เสนอโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่เน้นกิจกรรม "ถอดปลั๊ก (Unplugged)” ซึ่งเกี่ยวข้องกับแนวคิดและวิธีปฏิบัติในการคิดเชิงคำนวณที่ไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์ จากการทดสอบกิจกรรมโปรแกรมถอดปลั๊กนี้พบว่ามีผลในเชิงบวกต่อความมั่นใจของครูในการสอนการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการรวมกิจกรรมที่ไม่ได้เสียบเข้ากับหลักสูตรของพวกเขา สิ่งนี้ชี้ให้เห็นว่าการให้การฝึกอบรมและทรัพยากรแก่ครูเพื่อรวมการคิดเชิงคำนวณในการสอนสามารถนำไปสู่ผลลัพธ์เชิงบวกสำหรับนักเรียนในแง่ของการพัฒนาทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

Yang Wang. (2023) สำรวจผลกระทบของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนและการมีส่วนร่วมในหลักสูตรวิทยาการหุ่นยนต์ การศึกษานี้เกี่ยวข้องกับนักเรียนมัธยมปลาย 48 คน ที่เข้าร่วมหลักสูตรวิทยาการหุ่นยนต์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ โดยนักเรียนครึ่งหนึ่งได้รับมอบหมายให้เข้าร่วมกลุ่มการสอนแบบบรรยาย ในขณะที่อีกครึ่งหนึ่งเข้าร่วมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่เข้าร่วมในการเรียนรู้โดยใช้โครงงานโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่ดีขึ้นในทักษะการคิดเชิงคำนวณและมีส่วนร่วมในหลักสูตรมากกว่า

นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงงานโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานสามารถเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณและการมีส่วนร่วมของนักเรียนในหลักสูตรวิทยาการหุ่นยนต์

Yue Zeng. (2023) ผู้เขียนทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณในการศึกษาปฐมวัย และเสนอกรอบสามมิติที่ได้รับการพัฒนาใหม่สำหรับการทำความเข้าใจและส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในเด็กเล็ก ประกอบด้วยสามมิติ: มิติทางปัญญา มิติทางสังคม และมิติทางวัตถุ มิติด้านความรู้ความเข้าใจมุ่งเน้นไปที่กระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ เช่น การแก้ปัญหาและการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ มิติทางสังคมเน้นความสำคัญของการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร และการสร้างชุมชนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ มิติด้านวัสดุเน้นย้ำถึงบทบาทของวัสดุและเทคโนโลยีที่จับต้องได้ในการสนับสนุนการเรียนรู้ของเด็กและการสำรวจการคิดเชิงคำนวณ บทความเสนอแนะว่าการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณในการศึกษาปฐมวัยมีประโยชน์มากมาย เช่น ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ และทักษะการรู้หนังสือดิจิทัล

García-Valcárcel-Muñoz-Repiso (2019) สำรวจผลกระทบของโปรแกรมหุ่นยนต์ต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณในการศึกษาปฐมวัย ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมมีผลในเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ รวมถึงนามธรรม การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ ตลอดจนเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ นักวิจัยแนะนำว่าการบูรณาการการศึกษาด้านวิทยาการหุ่นยนต์เข้ากับการศึกษาปฐมวัยสามารถเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอายุน้อยได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและเตรียมความพร้อมสำหรับโลกดิจิทัล ผลการวิจัยนี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าเกี่ยวกับประโยชน์ที่เป็นไปได้ของการผสมผสานการศึกษาด้านวิทยาการหุ่นยนต์เข้ากับการศึกษาปฐมวัยเพื่อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ

Vidushi Chaudhary et al. (2016) การใช้สื่อการจัดการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์แบบ Lego Robotics เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการสอนการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงคำนวณแก่เด็กระดับประถมศึกษา โดยนักเรียนแสดงทักษะการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิพากษ์ที่ดีขึ้น รวมทั้งมีแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การใช้ชุดการเรียนรู้วิด้วยหุ่นยนต์ยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันและการทำงานเป็นทีมในหมู่นักเรียน โดยรวมแล้ว การศึกษาชี้ให้เห็นว่าการรวมการศึกษาด้านหุ่นยนต์เข้ากับการศึกษาระดับประถมศึกษาอาจมีประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณและเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในอนาคต

จากงานวิจัยดังกล่าวเห็นได้ว่าการสร้างสิ่งประดิษฐ์ประเภทหุ่นยนต์เป็นการให้นักเรียนได้ทดลองจริงปฏิบัติจริงและเป็นการปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในระหว่างนักเรียนด้วยกันสร้างความร่วมมือซึ่งกันและกันในการจัดการปัญหาและโจทย์ที่เกิดขึ้นและยังสอดคล้องกับเนื้อหาในทางด้านของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โดยรวมแล้ว เป็นที่ชัดเจนว่ามีรูปแบบการสอนที่หลากหลายที่มีประสิทธิภาพในการสอนทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบจำลองเหล่านี้รวมถึงการมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหา การออกแบบสิ่งที่เป็นนามธรรม แบบฝึกหัดแบบโต้ตอบ การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การคำนวณสื่อ การพัฒนาวิชาชีพสำหรับครู การเรียนรู้ด้วยโครงงาน มุ่งเน้น การแก้ปัญหาร่วมกัน โมเดลเหล่านี้ได้รับการทดสอบในการทดลองแบบควบคุมกับนักเรียนกลุ่มต่าง ๆ รวมถึงนักเรียนระดับปริญญาตรี นักเรียนมัธยมปลาย และนักเรียนมัธยมต้น และพบว่าช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณได้อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น โมเดลการจัดการเรียนรู้เหล่านี้จึงเป็นแนวทางที่มีแนวโน้มดีสำหรับการสอนการคิดเชิงคำนวณในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาอย่างชัดเจน

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้

1. ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2550, น. 3-4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ หมายถึง สภาพหรือลักษณะของการจัดการจัดการเรียนรู้ที่จัดขึ้นอย่างมีระบบระเบียบ มีแบบแผนตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการแนวคิด หรือความเชื่อต่าง ๆ โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ มาช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ สภาพหรือลักษณะของการจัดการจัดการเรียนรู้ที่จัดไว้อย่างเป็นระเบียบตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยมีการจัดกระบวนการหรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำให้สภาพการจัดการเรียนรู้นั้นเป็นไปตามหลักการที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบหรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบแผนในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน กล่าวคือ เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) การพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) การพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) การพัฒนาด้านทักษะกระบวนการ (Process Skills) หรือ การบูรณาการ (Integration) ทั้งนี้รูปแบบดังกล่าวล้วนเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

Saylor et al. (1981, p. 271) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ (teaching model) หมายถึง แบบ (pattern) ของการสอนที่มีการจัดกระทำพฤติกรรมขึ้นจำนวนหนึ่งที่มีความแตกต่างกันเพื่อจุดหมายหรือจุดเน้นที่เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง

Joyce, & Well. (1992, pp. 1-4) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ แผน (Plan) หรือแบบ (Pattern) ที่สามารถใช้เพื่อการสอนโดยตรงในห้องเรียนหรือการสอนเป็นกลุ่มย่อย หรือเพื่อจัดสื่อการจัดการเรียนรู้ซึ่งรวมถึงหนังสือ ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและหลักสูตรรายวิชา ซึ่งแต่ละรูปแบบจะให้แนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียน

บรรลุวัตถุประสงค์ต่างกัน รูปแบบการจัดการเรียนรู้คือ การบรรยายสิ่งแวดล้อมทางการเรียน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ก็คือ รูปแบบของการเรียนที่ช่วยผู้เรียนให้ได้รับสารสนเทศ ความคิด ทักษะคุณค่า แนวทางของการคิด และแนวปฏิบัติ

นิยม กิมานุวัฒน์ (2559) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ คือ แบบหรือแผนของการสอนที่ครูผู้สอนได้กำหนดโดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการกระทำเพื่อให้บังคับให้เกิดผลแก้ผู้เรียนตามจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายที่กำหนดไว้ในการสอนนั้น ๆ ไว้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

สรุป รูปแบบการจัดการเรียนรู้คือ แผนการปฏิบัติการดำเนินการจัดกิจกรรม ในชั้นเรียนที่มีรูปแบบขั้นตอนตามสภาวะแวดล้อมที่กำหนด อย่างเป็นระบบ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ หลักการ ทฤษฎี แนวคิด ที่ตั้งไว้ โดยอาศัยเทคนิคการสอน และสื่อบันทึกชนิดต่าง ๆ เช่น ภาพ เสียง เนื้อหาวิดิทัศน์ มาอำนวยความสะดวก

2. องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ทิศนา แขมมณี (2550, น. 3-4) ได้ให้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. มีปรัชญาหรือทฤษฎีหรือหลักการหรือแนวคิดหรือความเชื่อ ที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ

2. มีการบรรยายหรืออธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการจัดการเรียนรู้

3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ ขององค์ประกอบของระบบ ให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการพิสูจน์ ทดลองถึงประสิทธิภาพของระบบนั้น

James W. Popham, Baker (1970) ได้ออกแบบระบบการสอน โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์

ในการจัดการจัดการเรียนรู้ ควรมีการกำหนดโจทย์เป้าประสงค์ที่ชัดเจน ก่อนการเริ่มต้นจะทำให้ มีเป้าหมาย ในการดำเนินการ นำมาซึ่งการวางแผนในด้านต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ

2. พิจารณาพื้นฐานผู้เรียน

ผู้เรียนมีพื้นฐาน ความถนัดในการเรียนรู้ที่ต่างกัน ทำให้ต้องทราบก่อนว่า พื้นฐานต่าง ๆ ก่อนการจัดการจัดการเรียนรู้ มีสิ่งใดที่จำเป็นจะต้องรู้ก่อนจะถึงบทเรียน หากปรับพื้นฐานให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน จะทำให้ส่งผลดีต่อการดำเนินการจัดการจัดการเรียนรู้

3. วางแผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ควรมีการจัดการการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้ชัดเจน มีการระบุขอบเขตของการจัดการจัดการเรียนรู้ ให้เหมาะสมต่อพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละวัย

4. ประเมินผล

ควรมีหลักการชี้วัดผลประเมินผล ของตัวแปรที่ต้องการพัฒนาอย่างชัดเจน ทำให้การจัดการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Piaget. (1952) ได้วางหลักการจัดการศึกษา /การสอน ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กและประสบการณ์ ของเด็กที่เหมาะสมกับพัฒนาการ ตามอายุ ซึ่ง เพียเจต์ ได้วางแนวการสอนตามพัฒนาการของเด็กไว้ดังนี้

1. ในพัฒนาการของเด็กควรคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็ก และการจัดเนื้อหา จะต้องสอดคล้องกับระดับสติปัญญาของเด็กตามอายุนั้น ๆ ที่ไม่ควรบังคับให้เด็ก เรียนรู้ในสิ่งที่ยังไม่พร้อม หรือ การเร่งรัดให้เรียนในสิ่งที่ ไม่พร้อมจะเกิด ผลเสียในด้านเจตคติได้

1.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของเด็กตามวัยที่เหมาะสม สามารถสร้างพัฒนาการที่ทำให้เอื้ออำนวยต่อพัฒนาการที่สูงขึ้นได้

1.2 แม้ว่าอายุจะเท่ากัน เด็กแต่ละคนก็ยังมีพัฒนาการทางความคิดทีแตกต่างกันออกไป การเรียนรู้ที่ไม่เท่ากันจึงจำเป็นต้อง ให้อิสระแก่กัน ไม่ควรมีการเปรียบเทียบ และควรปล่อยให้เกิดพัฒนาการทางความคิดอย่างค่อยเป็นค่อยไป ตามพัฒนาการของเขา

1.3 การสอนควรใชสิ่งที่เป็นรูปธรรม ซึ่ง จะทำให้เด็กเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งกว่า และสามารถติดตาม สามารถจินตนาการสร้างภาพในใจได้ การใช้อุปกรณ์ในการสอนสามารถทำให้เกิดการทำความเข้าใจ และนึกภาพตามได้มมากขึ้น

2. การสังเกตพัฒนาการของนักเรียนอย่างชิด ทำให้ สามารถทราบถึง ความถนัด และพัฒนาการ ความสามารถที่เป็นลักษณะพิเศษของเด็กแต่ละคน

3. ในการทำความเข้าใจของเด็ก จะเข้าใจในด้านภาพรวมและส่วนย่อย แต่ในทางที่เหมาะสม ควรสอนให้มองภาพโดยรวมก่อนแล้วค่อยลงในส่วนย่อย จะทำให้การทำการเข้าใจได้ดีขึ้น

4. ในการสอน ควรยกตัวอย่าง จากสถานการณ์ที่ใกล้ตัว นึกออกได้ง่าย ก่อนที่จะเชื่อมโยงสิ่งใหม่ กับสิ่งที่รู้เดิม ทำให้เกิดการซึมซับ และ มีลำดับการจัดระบบความรู้ได้ดีกว่า

5. ควรเปิดโอกาสให้เด็กมีปฏิสัมพันธ์กันจากสภาพแวดล้อมให้มาก มีปฏิสัมพันธ์แลกเปลี่ยนระหว่างเด็กเองจะสามารถซึมซับข้อมูล ไปยังโครงสร้างทางสติปัญญา ที่ส่งเสริมการสร้างพัฒนาการทางสติปัญญาของเด็กได้

Bruner (1966) ได้วางหลักการจัดการศึกษา / การสอน ไว้โดยแบ่งเป็น 8 ด้าน เป็นหลักการจัดการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับพัฒนาการตามวัยของผู้เรียนไว้ดังนี้

1. การเรียนรู้ค้นพบสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับผู้เรียน

2. การวิเคราะห์และจัดการโครงสร้างเนื้อหาการเรียนรู้อย่างเหมาะสม ควรเป็นสิ่งที่ต้องทำก่อนการสอน

3. การจัดหลักสูตรแบบเกลียว (Spiral Curriculum) เป็นการจัดเนื้อหาวิชาให้มีความสัมพันธ์ มีความต่อเนื่องกันตามประสบการณ์ของผู้เรียน ทำให้สามารถสร้างความคิดรวบยอดในลักษณะเดียวกันแก่ผู้เรียนทุกวัยได้ ควรจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับพัฒนาการของผู้เรียน

4. การจัดการจัดการเรียนรู้ควรให้อิสระทางความคิดแก่ผู้เรียนเป็นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน

5. การสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ถือเป็นสิ่งสำคัญในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และเป็นการสร้างประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้เรียน

6. การเรียนรู้ที่ดี จะได้จากการจัดการเนื้อหา ให้เหมาะสมกับ ระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน

7. การสอนให้มองภาพรวมให้เกิดการคิดรวบยอดเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อผู้เรียน

8. การสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจะทำให้เกิดความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้นและได้ประสบการณ์ที่ดี

นิยม กิมานุวัฒน์ (2559) ได้ให้องค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยทั่วไปมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นส่วนที่กล่าวถึงความเชื่อและแนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้จะเป็นตัวชี้นำการกำหนดจุดประสงค์เนื้อหา กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงานในรูปแบบการจัดการเรียนรู้

2. จุดประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นส่วนที่ระบุถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดขึ้นจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

3. เนื้อหา เป็นส่วนที่ระบุถึงเนื้อหาและกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะใช้ในการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. กิจกรรมและขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นส่วนที่ระบุถึงวิธีการปฏิบัติในขั้นตอนต่าง ๆ เมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้

5. การวัดและประเมินผล เป็นส่วนที่ประเมินถึงประสิทธิภาพผลของรูปแบบการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning)

ความหมายของโครงงาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ได้ให้คำจำกัดความว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรื่องที่ต้องการศึกษา และวางแผนในการค้นคว้า เก็บข้อมูลด้วยตนเองตามความสนใจและระดับความรู้ความสามารถ การรวบรวมข้อมูล การดำเนินการปฏิบัติทดลองหรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผลสรุปผลและเสนอแนะผลการค้นคว้าด้วยตนเอง ในการตอบปัญหาที่สงสัยโดยมีอาจารย์หรือผู้เชี่ยวชาญช่วยให้คำปรึกษา
สำนักนายกรัฐมนตรี สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานไว้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เลือก และ สร้างกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนให้ความสนใจสงสัยและต้องการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยใช้ความสามารถ วิธีการหาแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย การนำเสนอข้อค้นพบที่มาจากการค้นคว้าด้วยตนเองจนสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวันได้

สุปรีย์ บูรณะกณิษฐ (2556) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานว่า การเรียนรการสอนกิจกรรมโครงงานเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้ในเรื่องที่ผู้เรียนสนใจ สงสัย ต้องการหาคำตอบอย่างลุ่มลึกด้วยตนเอง โดยใช้ความสามารถในหลาย ๆ ด้าน วิธีการและแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าและค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย สรุป นำเสนอผลงาน และนำผลที่ได้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และมีอาจารย์ หรือ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ให้คำปรึกษา ซึ่งความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่นั้น นักเรียนและครูไม่เคยรู้ หรือมีประสบการณ์มาก่อน (Unknown by all)

ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน (2563) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้ โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติจริงตั้งแต่การสำรวจค้นคว้า การวางแผนการเรียนรู้ การออกแบบการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่เรียนมาและการประเมินผลงานโดยผู้สอน มีบทบาทเป็นผู้จัดการการเรียนรู้ ผู้อำนวยความสะดวก ผู้ให้คำแนะนำ ปรึกษาเพื่อให้โครงงานสำเร็จลุล่วง

สรุป การเรียนรู้แบบโครงงาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นขั้นตอน ที่มุ่งเน้นการปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ประสบการณ์ มีการเลือกหัวข้อ ออกแบบการทดลอง สืบค้นข้อมูล หาข้อสงสัย ข้อผิดพลาดในประเด็นที่สนใจ สรุปผล รายงานผลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่ จากการทดลองจริง ที่ครูผู้สอนและนักเรียนอาจยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน รวมถึงการนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้เกิด การวางแผน การทำงานเป็นขั้นตอน

การร่วมมือกันระหว่างสมาชิกเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดี การเกิดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้อย่างแท้จริง

ขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานโดยแสดงเป็นตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ตาราง 2 สังเคราะห์กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลัดดา ภู่เกียรติ (2552, น. 28-42)	วงเดือน, จ๋ายอุ่น (2553, น. 23-24)	พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2553, น. 25)	ดุษฎี โยเหลา (2557, น. 20-23)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2550)	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2560)	ผู้วิจัย
1. การเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน - ผู้ทำมีความสนใจสงสัยอยากรู้ 2. การวางแผนในการทำงาน, ความสำคัญ วัตถุประสงค์ - การวางแผนวิธีการดำเนินงาน 3. การลงมือทำโครงงาน - ดำเนินการตามขั้นตอน 4. การเขียนรายงาน 5. การแสดงผลงาน	1. การคิดชื่อเรื่องและปัญหาที่จะศึกษา 2. การวางแผนในการทำโครงงาน 3. การลงมือทำโครงงาน 4. การเขียนรายงานสรุปผลการทดลองเป็นลายลักษณ์อักษร 5. การแสดงผลงาน	1. ระบุปัญหา 2. ออกแบบรวบรวมข้อมูล 3. ปฏิบัติการรวบรวมข้อมูล 4. วิเคราะห์ผลและสื่อความหมายข้อมูล 5. สรุปผล	1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน 2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ 3. การจัดกลุ่มร่วมมือ 4. ขั้นแสวงหาความรู้ 5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ 6. ขั้นนำเสนอผลงานและประมินผล	1. ขั้นนำเสนอการคิดชื่อเรื่องหรือปัญหาที่ต้องการศึกษา 2. ขั้นวางแผนการวางแผนในการทำโครงงาน 3. ขั้นปฏิบัติการลงมือทำโครงงาน 4. ขั้นประเมินผลการเขียนรายงาน และแสดงผลงาน	1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินวิธีการแก้ปัญหา 5. ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	1. ขั้นนำเสนอ 2. ขั้นวางแผน 3. ขั้นปฏิบัติ 4. ขั้นประเมินผล

จากตารางสังเคราะห์ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รูปแบบการดำเนินการของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (2550) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน

1. ขั้นนำเสนอ

ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์จากเนื้อหาใบความรู้และข้อคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ มีสถานการณ์จำลองให้ศึกษา และตัวอย่างของสถานการณ์ เนื้อหาและภาพประกอบ จากนั้นให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามและกำหนด แผนการจัดการ แต่ดำเนินโครงงาน เพื่อกำหนด แนวทาง การวางแผนในการเรียนรู้ ร่วมกันในแต่ละกลุ่ม

2. ขั้นการวางแผน

ผู้เรียนจำเป็นต้องร่วมมือกันวางแผนระดมความคิดอภิปรายหาผลสรุปของกลุ่มหลังจากนั้นนำไปดำเนินแนวทางการปฏิบัติ ร่วมกันออกความคิดเห็นเพื่อดำเนินการ สร้างแนวทางปฏิบัติร่วมกันในแต่ละกลุ่ม เพื่อออกแบบกระบวนการแก้ปัญหานำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน

3. ขั้นปฏิบัติ

นำแผนที่ได้ร่วมกันวางแผนมาลงมือ ปฏิบัติร่วมกัน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่วางแผนไว้ มีการจดบันทึกการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ และสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการทำการทดลองในสถานการณ์จริง เพื่อเขียนผลสรุปการทดลอง นำไปสู่การเขียนรายงานผลการทดลองที่ได้ทดลอง และได้ทำการแก้ไขปัญหานั้น ๆ

4. ขั้นประเมินผล

ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ดังต่อไปนี้

Yair Zadok (2020) กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยโครงงานในบริบทของการสอนหุ่นยนต์ให้กับนักเรียนมัธยมต้น โดยได้ชี้แจงว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการสื่อสาร และยังกล่าวถึงผลกระทบเชิงบวกที่การเรียนรู้ด้วยโครงงานสามารถมีต่อแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของนักเรียน ตลอดจนศักยภาพในการเรียนรู้ด้วยโครงงานเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและการถ่ายโอนความรู้ไปยังบริบทอื่น ๆ โดยรวมแล้ว บทความแนะนำว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสอนวิทยาการหุ่นยนต์แก่นักเรียนมัธยมต้น

Miguel. (2020) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมเอกสารงานวิชาการที่เกี่ยวข้องพบหลักฐานสนับสนุนประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยโครงงานในการศึกษา STEAM โดยกล่าวถึงประสิทธิภาพของการใช้การเรียนรู้บนฐานความท้าทาย หุ่นยนต์ และอุปกรณ์ทางกายภาพเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ และการทำงานร่วมกันของนักเรียน ผู้เขียนยังได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการพิจารณากลยุทธ์การสอน วิธีการประเมิน และผลการเรียนรู้ในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยโครงงาน บทความนี้ได้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่ชี้ให้เห็นประโยชน์ว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีประโยชน์ต่อนักเรียนในศตวรรษที่ 21 อย่างไร โดยให้โอกาสผู้เรียนใช้ความรู้ในบริบทของโลกแห่งความเป็นจริงและพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับอาชีพในอนาคต

Conde et al. (2020) สรุปว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงาน (PBL) สามารถส่งเสริมการศึกษา STEAM ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อรวมเข้ากับชุดหุ่นยนต์และอุปกรณ์เสริมที่ใช้ร่วมกัน จากการศึกษาพบว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน มีผลกระทบเชิงบวกต่อแรงจูงใจของนักเรียน การมีส่วนร่วม และผลการเรียนรู้เมื่อรวมกับโอกาสในการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เช่น โอกาสที่ได้รับจากชุดหุ่นยนต์และอุปกรณ์เสริมที่ใช้ในทำนองเดียวกัน การศึกษาโดย Jawaid et al. (2019) พบว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงงานร่วมกันในวิทยาการหุ่นยนต์สามารถเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพสำหรับเด็กเล็ก นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การคิดเชิงวิพากษ์ และการทำงานเป็นทีม ซึ่งจำเป็นต่อความสำเร็จในการทำงานในศตวรรษที่ 21 โดยมีส่วนร่วมใน PBL กับวิทยาการหุ่นยนต์ การค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่า PBL สามารถให้ประสบการณ์อันมีค่าในโลกแห่งความเป็นจริงแก่นักเรียนและโอกาสในการพัฒนาทักษะที่สำคัญ ทำให้เป็นแนวทางการสอนที่มีค่าสำหรับนักการศึกษาในการพิจารณา

Tomàs et al. (2013) ได้นำเสนอตัวอย่างการเรียนรู้ตามโครงการที่ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อควบคุมแขนหุ่นยนต์ ซึ่งเป็นโอกาสสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ทักษะการเขียนโปรแกรมและวิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานเมื่อรวมกับวิทยาการหุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์วิทัศน์ สามารถเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน ตลอดจนทักษะการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร นอกจากนี้ยังช่วยให้พวกเขาพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดและทฤษฎีที่เรียนรู้ในชั้นเรียน โดยรวมแล้ว การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานด้วยหุ่นยนต์และคอมพิวเตอร์วิทัศน์สามารถมอบประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและมีส่วนร่วมสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งช่วยให้พวกเขาได้รับทักษะที่จำเป็นสำหรับบุคลากรในอนาคต

Lathifah et al. (2019) ได้เสนอว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงานโดยใช้หุ่นยนต์ในโรงเรียนประถมศึกษาสามารถก่อให้เกิดประโยชน์หลายประการแก่นักเรียนในศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาพบว่าการศึกษาด้านวิทยาการหุ่นยนต์สามารถเพิ่มพูนทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มแรงจูงใจและความสนใจของนักเรียนในวิชา STEMโดยการนำความรู้ด้านวิทยาการหุ่นยนต์มาใช้ในโรงเรียนประถมศึกษาสามารถช่วยเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการประกอบอาชีพในอนาคตในสาขา STEM และเพิ่มพูนความรู้ด้านเทคโนโลยี โดยรวมแล้ว การศึกษานี้เน้นให้เห็นถึงศักยภาพของการเรียนรู้ด้วยโครงงานโดยใช้หุ่นยนต์เพื่อประโยชน์ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21

Darmawansah et al. (2023) ได้ทำการนำเสนอการวิเคราะห์ที่ครอบคลุมเกี่ยวกับแนวโน้มล่าสุดและทิศทางการวิจัยในการศึกษา STEM ที่ใช้ในการสอนด้านหุ่นยนต์ การศึกษาใช้วิธีการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบตามรูปแบบการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีเป็นฐานเพื่อระบุจุดโฟกัสการวิจัยและแนวโน้มในสาขานั้น ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการศึกษา STEM ที่ใช้หุ่นยนต์เป็นสาขาที่เติบโตอย่างรวดเร็วและได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การศึกษาเน้นย้ำถึงความสำคัญของการเรียนรู้ด้วยโครงงาน ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกันผ่านประสบการณ์จริงกับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง โดยผู้วิจัยได้ให้ข้อสังเกตว่าการวิจัยในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพของการศึกษา STEM ที่ใช้หุ่นยนต์เป็นพื้นฐานผ่านการบูรณาการของเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ การเรียนรู้ของเครื่อง และความจริงเสริม โดยรวมแล้ว การศึกษานี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับนักการศึกษาและนักวิจัยที่สนใจในการพัฒนาโปรแกรมการศึกษา STEM ที่เป็นนวัตกรรมและมีประสิทธิภาพซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในศตวรรษที่ 21

Ayman Aly, & Hoda S. Abdel Hafez (2020) โดยผู้ค้นคว้าได้ให้ข้อสรุปว่าการเรียนรู้ด้วยโครงงาน (PBL) ของวิทยาการหุ่นยนต์สามารถเพิ่มผลการเรียนรู้ของนักศึกษาวิศวกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาที่ดำเนินการเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของ การเรียนรู้แบบโครงงาน ของวิทยาการหุ่นยนต์ในการพัฒนาความเข้าใจของนักศึกษาวิศวกรรมเกี่ยวกับแนวคิดของวิทยาการหุ่นยนต์และความสามารถในการนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมจริง การทบทวนวรรณกรรมพบว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน ของวิทยาการหุ่นยนต์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานเป็นทีมของนักเรียน ซึ่งเป็นความสามารถที่จำเป็นสำหรับความสำเร็จในศตวรรษที่ 21 บทความเน้นย้ำถึงความสำคัญของการบูรณาการ การเรียนรู้แบบโครงงาน ของวิทยาการหุ่นยนต์ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเตรียมนักศึกษาให้พร้อมสำหรับความต้องการของแรงงานยุคใหม่

Yudin et al. (2018) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมสำรวจประโยชน์ของการเรียนรู้ด้วยโครงงานในบริบทของชั้นเรียนระยะสั้นโดยใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยองค์ประกอบเมคคาทรอนิกส์ โดยพบว่าแนวทางการ ทำโครงงานช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะต่าง ๆ รวมถึงการทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหา และการสื่อสาร นักเรียนยังแสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจในระดับสูงตลอดหลักสูตร การศึกษาเน้นศักยภาพของการเรียนรู้ด้วยโครงงานเพื่อสนับสนุนการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน

Anton Yudin et al. (2018) ได้นำเสนอผลลัพธ์ของโปรแกรมการศึกษาตามโครงการระยะสั้นแบบเร่งรัดเกี่ยวกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยองค์ประกอบเมคคาทรอนิกส์ โดยโปรแกรมกิจกรรมนี้ออกแบบมาเพื่อท้าทายนักเรียนและออกแบบให้ส่งเสริมประสบการณ์จริงในสาขาวิทยาการหุ่นยนต์ โดยพบว่านักเรียนแสดงความสนใจและความกระตือรือร้นอย่างมากต่อโปรแกรมกิจกรรมที่จัดขึ้น และ สามารถทำงานที่ท้าทายได้สำเร็จ โปรแกรมกิจกรรมที่จัดขึ้นยังช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีมและความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าโปรแกรมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ที่จัดขึ้นสามารถนำมาหรับเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างประสบการณ์ในเชิงภาคปฏิบัติและประสบการณ์จริงในสาขา STEM แก่นักเรียน และสามารถช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับอาชีพในอนาคตในสาขาเหล่านี้

Shahid. (2022) ได้ทำการศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแนวทางการเรียนรู้ด้วยโครงงานสำหรับรายวิชาหุ่นยนต์ มีการใช้ โปรแกรม SimMechanics และ MATLAB เป็นเครื่องมือในการออกแบบและจำลองระบบหุ่นยนต์ ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะทั้งในด้านการออกแบบกลไกและซอฟต์แวร์ วิธีการตามโครงการทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางทฤษฎีของพวกเขาได้จริง ช่วยให้พวกเขาเข้าใจถึงความสำคัญของการบูรณาการและทักษะการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมในแนวทางแบบโครงงานแสดงให้เห็น

ถึงความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในเนื้อหาของหลักสูตร รวมถึงความสามารถที่เพิ่มขึ้นในการนำความรู้นั้นไปใช้กับปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง ดังนั้น การเรียนรู้ด้วยโครงงานพร้อมกับเครื่องมือคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการยกระดับผลการเรียนรู้ของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 ในสาขา STEM

ปาริชาติ เภสัชชา (2554) ได้ทำงานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรม มัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยงานวิจัยชิ้นนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1 พัฒนาและหาประสิทธิภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศ 2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) นักเรียนและ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของครูผู้สอนและนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) ที่สร้างขึ้น

โดยประกอบไปด้วยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มคือ 1 ครูผู้สอน ได้แก่ ครูผู้สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านมูเซอโรงเรียนบ้านห้วยน้ำขาวและโรงเรียนบ้านห้วยหล่อดูก โรงเรียนละ 1 คน รวมทั้งสิ้น 3 คนได้มาจากวิธีเลือกแบบเจาะจงเนื่องจากเป็นครูผู้สอนในกลุ่มสาระเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีความสนใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์และสนใจเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้กลุ่มที่ 2 ได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนบ้านมูเซอโรงเรียนบ้านห้วยน้ำขาวและโรงเรียนบ้านห้วยหล่อดูก โรงเรียนละ 5 คนรวมทั้งสิ้นจำนวน 15 คนโดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงเนื่องจากเป็นนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนครูผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศในกลุ่มที่ 1 โดยครูผู้สอนดังกล่าวได้เรื่องนักเรียนที่มีความสนใจการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์และสนใจเข้าร่วมกิจกรรมการวิจัยครั้งนี้

เนื้อหาที่ใช้ในครั้งนี้ประกอบไปด้วยตอนที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมโครงงานคอมพิวเตอร์ 2 การออกแบบและสร้างควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ 3 การพัฒนาโครงงานโดยใช้หุ่นยนต์เป็นเครื่องมือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบมัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนสารสนเทศผู้วิจัยได้ดำเนินการประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนคือ

1. ขั้นพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบมัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนสาระเทคโนโลยีสารสนเทศมีขั้นตอนย่อยคือ1) ศึกษาวิธีการหลักการทฤษฎีเทคนิควิธีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานการจัดการเรียนรู้โดยใช้

หุ่นยนต์เป็นเครื่องมือสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) จากเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ 2) ศึกษาหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยีระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตามตัวชี้วัดที่กำหนด 3) วิเคราะห์โครงสร้างบทเรียน โปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์และเนื้อหาสำหรับการเรียนรู้เรื่องการจัดทำโครงงานคอมพิวเตอร์โดยใช้หุ่นยนต์เป็นเครื่องมือ 4) แบบประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินให้คะแนนและหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลปรากฏว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุดที่ $\bar{x}$ = 4.70 และ S.D. = 0.1 2

2. การทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรม มัลติพอยท์ (Multi Point) เมื่อผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญนำมาปรุงแก้ไขเรียบร้อยผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้นี้ไปหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้ โปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) ไปทดสอบเป็นโครงการนำร่องให้กับนักเรียนโดยใช้สถานการณ์จริงเพื่อตรวจคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง

ผลการศึกษาพบว่าการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบ มัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนเทคโนโลยีสารสนเทศมีประสิทธิภาพ E1 E2 เท่ากับ 87.75 และ 80 7.73 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบมัลติพอยท์ (Multi Point) ครูผู้สอนและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบมัลติพอยท์ (Multi Point) อยู่ในระดับมากที่สุด

ซึ่งจากงานวิจัยชิ้นนี้แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม มัลติพอยท์ (Multi Point) สำหรับครูผู้สอนเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นนวัตกรรมที่มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มเติมในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีได้อย่างดีในระดับชั้นประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นกิจกรรมที่สามารถเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ให้นักเรียนได้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้สืบค้นมาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของ การเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน ที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน และศักยภาพในการส่งเสริมการพัฒนาทักษะของนักเรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาสะเต็มศึกษา การศึกษายังแสดงให้เห็น

ว่าการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน สามารถบูรณาการได้ในหลายบริบทของการจัดการเรียนรู้ และสามารถนำกระบวนการ มาปรับใช้ในรูปแบบการสอนได้หลากหลาย ส่งเสริมให้นักเรียน กล้าคิดกล้าแสดงออก มีการปรึกษาร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนแนวคิดซึ่งกันและกัน มีการทำงานอย่างเป็นระบบ และได้ผลลัพธ์ที่ดีในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หุ่นยนต์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ ที่มีการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี (2560) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7e เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยงานวิจัยชิ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบศึกษาผลการเรียนรู้ของรูปแบบและเพื่อนำเสนอรูปแบบโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญและผู้เชี่ยวชาญ 15 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7e ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ในการประเมินรูปแบบที่ได้มาและได้ทำการทดลองกับเด็กนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 และปีที่ 3 จำนวน 25 คน โดยมีเครื่องมือที่ใช้การวิจัยคือแบบประเมินรับรองรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบบสังเกตพฤติกรรมและแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

โดยจัดให้นักเรียนได้ทำการแบ่งกลุ่ม 2-3 คนต่อกลุ่มและให้นักเรียนสามารถเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ได้อย่างครอบคลุมทั่วถึงการวัดและประเมินผลครูสามารถประเมินการเรียนของนักเรียนจากพฤติกรรมการให้ความร่วมมือปฏิบัติกิจกรรมแก้ไขปัญหาและผลแตกการทำใบงานการเรียนรู้เพื่อกำหนดตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นเร้าความสนใจโดยให้นักเรียนประกอบหุ่นยนต์ภายในเวลาที่กำหนดและให้นักเรียนเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เดินตามเส้นเพื่อพิชิตเส้นชัย เป็นการกระตุ้นความคิดของนักเรียนที่ทำให้นักเรียนได้ตั้งคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา คอยกระตุ้นด้วยการให้โจทก์กับนักเรียนก่อนแต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนปฏิบัติหรือยอมรับสิ่งที่ครูสนใจ

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนต้องศึกษาและรวบรวมความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมและการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ตามคำถามที่ครูได้ให้ไว้หรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้เป็นขั้นเร้าความสนใจโดยใช้สื่อการเรียนรู้คือเว็บไซต์ และวีดิทัศน์ โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงให้สื่อการเรียนรู้เพื่อประโยชน์ที่เกิดขึ้นในการเรียนที่ได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมความรู้ นักเรียนได้เข้าถึงข้อมูลและได้เรียนรู้อย่างครอบคลุมทั่วถึงซึ่งนักเรียนสามารถพัฒนาแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ได้

มากขึ้นและจากการสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการศึกษาโดยการ รวบรวมความรู้จากสื่อวีดีทัศน์เสริมความรู้ในระดับมากที่สุดลองลงที่นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากคือศึกษารวบรวมความรู้จากบทเรียนออนไลน์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.8 และ 4.32 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นอธิบายนักเรียนและคุณครูจะมีบทบาทร่วมกันคือนักเรียนจะดำเนินปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มร่วมกับการระดมความคิดด้วยว่าความคิดของตัวเองสืบเนื่องจากขั้นสำรวจและค้นหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำการรวบรวมข้อมูลความรู้จากสื่อการเรียนรู้มาสรุปเป็นแนวคิดของกลุ่ม หลังจากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้พบว่า 1 ได้ทำกิจกรรมกลุ่มที่ร่วมกันระดมความคิดเพื่อทดลองการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และแก้ไขปัญหาสองได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อประกอบหุ่นยนต์และ 3 ได้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อตอบคำถามจำลองความคิด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ $\overline{X}$ = 4.76 4.60 และ $\overline{X}$ = 4.56 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นขยายความรู้ โดยให้นักเรียนขยายความรู้โดยการอธิบายหลักการหรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ได้ร่วมกันวางแผนจำลองความคิดผ่านใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ขยายความรู้ของกลุ่มตนเองโดยอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ผ่านการบันทึกภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวทำให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ในส่วนของการวัดและประเมินผลผู้ได้ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนผ่านไปงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ผลจากการปฏิบัติกิจกรรมนี้เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวและพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมในการแก้ปัญหาจากการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ตามเกณฑ์การเรียนรู้หุ่นยนต์และจากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบพบว่าในขั้นการขยายความรู้นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดคือนักเรียนแต่ละกลุ่มและขยายความรู้โดยอธิบายหลักการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ผ่านการบันทึกภาพเคลื่อนไหวและมีความพึงพอใจระดับมากคือเด็กนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ขยายความรู้โดยการนำใบงานการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และ 4.48 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ โดยการที่ครูกระตุ้นนักเรียนให้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมตั้งแต่สำรวจและค้นหาจากนั้นจึงนำมาอธิบายและขยายความนำไปสู่การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องนำเสนอผลงานหรือวิธีการใช้การแก้ปัญหาของตนเองซึ่งนักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ในทางที่เป็นผู้รับและผู้ให้ความรู้ ซึ่งพบว่ามีค่าแลกเปลี่ยนเรียนรู้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดได้แก่ 2 ประเด็น คือ การแบ่งปันภาพเคลื่อนไหวหลักการแก้ปัญหาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์และการได้ร่วมแลกเปลี่ยนแสดงความคิดเห็นของเพื่อนต่างกลุ่มค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 และ 4.52

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมิน โดยครูได้ทำการประเมินในระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลาเพื่อนำไปสู่การประเมินผลรวม โดยคำว่าขั้นตอนการประเมินนักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดประกอบไปด้วย 2 ประเด็น คือ ผู้ประเมินผลการแก้ปัญหาในการเขียน

โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ผ่านการบันทึกภาพเคลื่อนไหวของนักเรียนและนักเรียนได้ประเมินตนเองหลังการเรียนด้วยการสะท้อนความรู้ที่ได้รับซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 และ 4.52 ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้โดยนักเรียนจะตอบคำถามสะท้อนการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ การจัดการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงองค์ความรู้และกระบวนการขั้นตอนที่นักเรียนได้รับหลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมมือกันอภิปรายสรุปความรู้หลักการข้อค้นพบข้อเสนอแนะหลังจากการปฏิบัติกิจกรรม พบว่าการที่ครูและนักเรียนร่วมมือกันอภิปรายสรุปความรู้หลังการปฏิบัติกิจกรรมมีความพึงพอใจในระดับมากนักเรียนได้ตอบคำถามเพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 และ 3.88 ตามลำดับ

ซึ่งผลวิจัยพบว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นเร้าความสนใจ 2) ขั้นสำรวจ และค้นหา 3) ขั้นอธิบาย 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ 6) ขั้นประเมิน 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้องค์ประกอบของรูปแบบประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ครู 2) นักเรียน 3) การเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผลโดยรูปแบบการเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7e เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์พบว่าคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยยะสำคัญที่ทางสถิติ 0.5

จากงานวิจัยชิ้นนี้ได้มีข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยการเรียนรู้ 1) โปรแกรมหุ่นยนต์ซึ่งมีความสอดคล้องกับการสอนแบบ STEM Education ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) ในการเรียนรู้รูปแบบนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องของเครื่องมือนั้นคือหุ่นยนต์ซึ่งมาโรงเรียนพบปัญหาเรื่องการขาดแคลนเครื่องมือแต่มีความต้องการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ผู้วิจัยจึงขอทางเลือกในการเรียนรู้คือโปรแกรมจำลองในการเขียนควบคุมหุ่นยนต์ทั้งที่เป็นแบบเว็บการศึกษา (Web Education) และบนอุปกรณ์พกพา (Mobile) โลเคชั่นทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างไร้ข้อจำกัด และ 3) กิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้สามารถจัดได้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งสามารถพัฒนาได้ทุกช่วงวัย

งานวิจัยชิ้นนี้แสดงถึงความน่าสนใจของการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้และมาใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้แสดงให้ถึงพัฒนาการของนักเรียนในการแก้ปัญหาและจัดการสถานการณ์ตรงหน้าจากประสบการณ์จริงโดยที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่มีความน่าเบื่อและนักเรียนมีความพอใจอย่างมากต่อกิจกรรมการเรียนรู้

Shuchi Grover. (2011) มหาวิทยาลัย ฮาวาร์ดได้ทำการศึกษาการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ของ นักเรียน 8 คน อายุระหว่าง 13 ปี เข้าร่วมกิจกรรมค่ายหุ่นยนต์ในช่วงมิถุนายนปี 2010 ในกลางเมืองอินเดียโดยกิจกรรมดำเนินใช้เวลา 8 ชั่วโมงต่อวันและดำเนินกิจกรรมในระยะเวลา

5 วันโดย ผู้สอนเป็นวิจัยเป็นผู้ ดำเนินการจัดกิจกรรมพร้อมทั้งเป็นผู้ดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล และมีการดำเนินกิจกรรมการดำเนินโครงงานหุ่นยนต์ ตามตาราง โดย วันที่ 1 เช้าแนะนำหุ่นยนต์ Gogo Board ที่พัฒนาโดยผู้วิจัยเองอธิบายความสำคัญของเซ็นเซอร์มอเตอร์อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต วันที่ 1 ช่วงบ่าย เริ่มต้นเขียนภาษา Logo วันที่ 2 บ่าย เริ่มแบ่งงานและให้นักเรียนเชื่อมต่อโกโปรบอร์ดเข้ากับอุปกรณ์เซ็นเซอร์และอุปกรณ์ Output วันที่ 3 และ วันที่ 4 นักเรียนร่วมกันออกแบบโครงงานหุ่นยนต์เริ่มต้นเขียนโปรแกรมและประกอบชิ้นส่วนและดำเนินการทำโครงงานหุ่นยนต์ วันที่ 5 นักเรียนเป็นผู้สาธิตโครงงานหุ่นยนต์และทำโปสเตอร์นำเสนอแก่ครอบครัวและบุคคลที่สนใจผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ในทุกหมวดหมู่ของแบบวัดการคิดเชิงคำนวณ

การเก็บข้อมูลด้าน การเขียนโปรแกรมโดยการวิเคราะห์ข้อมูลการเขียนโปรแกรมนั้นใช้เทคนิคการวิเคราะห์คำของ Chi(1997) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับการเขียนโปรแกรมและมิติด้านต่าง ๆ ของการคิดเชิงคำนวณเรียกย่อว่า CT โดยมีการจัดแบ่งเป็นหมวดหมู่

โดยการดำเนินกิจกรรมการเขียนโปรแกรม ดำเนินตามตารางที่กำหนดขึ้น จากการแบ่งเป็นแต่ละด้านเป็นหมวดหมู่ (Category) และได้ทำการแบ่ง เป็น CT board concept (การเขียนโปรแกรมระบบอัตโนมัติการเก็บข้อมูลในหน่วยความจำ), CT Vocabulary (Ram/ input/ output software/ และการดาวน์โหลดลงในหน่วยความจำ), CT Procedural (เปิดปิดสวิตช์ดาวน์โหลดโปรแกรมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังหุ่นยนต์ด้วยสาย USB), Condition if Else (คำสั่ง If then การแยกส่วนประกอบการคิดเชิงนามธรรมการตรวจสอบข้อผิดพลาด) ตัวอย่างข้อคิดเห็นของนักเรียนหลังจากที่ได้จากการฝึกอบรมการควบคุมหุ่นยนต์

นักเรียนได้ตอบคำถามเดียวกันในช่วงก่อนและหลังการจัดให้หุ่นยนต์ค่าเฉลี่ยของนักเรียนที่ให้ความเห็นมี 14 แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ในการสัมภาษณ์ และ 32 ข้อคำถามในการทดสอบ ความสามารถการคิดเชิงคำนวณ โดยพัฒนาการด้านการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเพิ่มขึ้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักเรียนสามารถอธิบาย การทำงานส่วนต่าง ๆ ได้ อย่างชัดเจน และ สามารถนำเสนอต่อผู้ที่สนใจ ในโครงงานหุ่นยนต์ของนักเรียนได้

งานวิจัยชิ้นนี้ชี้ให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนหลังจากได้พัฒนาโครงงานหุ่นยนต์นักเรียนมีความรู้ความสามารถด้านทักษะการแก้ปัญหาและมีความรู้ด้านการประกอบฮาร์ดแวร์และพัฒนาซอฟต์แวร์มากขึ้น เห็นได้ชัดว่าการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนใบความรู้และเกิดทักษะจากการลงมือปฏิบัติจริง อย่างเป็นรูปประธรรม

Badr Salman H. et al. (2022) ได้นำเสนอการทบทวนวรรณกรรมด้านประสิทธิภาพของการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาในการศึกษา STEM อย่างเป็นระบบและชี้ให้เห็นว่าหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาส่งผลดีต่อการมีส่วนร่วมของนักเรียน ทำให้เกิดแรงจูงใจและผลการเรียนรู้ในวิชา STEM

และยังชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาในบริบทต่าง ๆ เช่น การศึกษาปฐมวัยและการศึกษาพิเศษ การใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อการสอนจึงสำคัญเป็นอย่างยิ่งกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในอนาคต

Sara Ekström. (2022) ได้ให้ความสำคัญกับหุ่นยนต์ในห้องเรียน ซึ่งตรวจสอบศักยภาพของหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ในสถานศึกษา โดยได้ให้เหตุผลว่าหุ่นยนต์สามารถทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องมือการสอนและตัวแสดงทางสังคม ช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้และส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในหมู่นักเรียน การใช้หุ่นยนต์คล้ายมนุษย์ในห้องเรียนสร้างประโยชน์ได้มากมาย เช่น ช่วยในการเรียนภาษา สอนทักษะการเขียนโปรแกรม และอำนวยความสะดวกในการพัฒนาทักษะทางสังคม สรุปว่า แม้ว่าหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์จะมีศักยภาพในการเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีคุณค่า แต่ความสำเร็จของมันขึ้นอยู่กับความสามารถในการดึงดูดนักเรียนและอำนวยความสะดวกในการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม จำเป็นต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจให้ดียิ่งขึ้นว่าหุ่นยนต์เหล่านี้สามารถรวมเข้ากับสถานศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างไร

Vidushi Chaudhary et al. (2016) ได้ใช้ชุดทดลองหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3 Robotics Education Kit ในห้องเรียนระดับประถมศึกษาสามารถส่งผลดีต่อผลการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการการศึกษาหุ่นยนต์ในห้องเรียนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา และทัศนคติต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการนำวิทยาการหุ่นยนต์มาใช้ในหลักสูตรสามารถเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงการศึกษา STEM ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยรวมแล้ว การศึกษานี้ให้หลักฐานอันมีค่าในการสนับสนุนการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนเพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนและเพิ่มความสนใจในวิชา STEM

Nicolas Montes. (2021) จากบทความ "แพลตฟอร์ม MATLAB/Simulink/LEGO EV3 แบบเรียลไทม์สำหรับวิชาการด้านวิทยาการหุ่นยนต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์" ได้ชี้ให้เห็นประโยชน์หลายประการของการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียน โดยหุ่นยนต์จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำแนวคิดทางทฤษฎีไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่ปฏิบัติได้จริง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความเข้าใจในหัวข้อเรื่องให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การทำงานกับหุ่นยนต์ยังส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในหลายสาขาที่เกี่ยวข้องกับ STEM การใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนยังช่วยเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับอาชีพในอนาคต เนื่องจากหลายอุตสาหกรรมกำลังนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้มากขึ้น นอกจากนี้ ชี้ให้เห็นว่าการใช้ซอฟต์แวร์ MATLAB/Simulink และแพลตฟอร์ม LEGO EV3 เป็นวิธีที่ประหยัดและเข้าถึงได้

สำหรับโรงเรียนในการแนะนำแนวคิดด้านวิทยาการหุ่นยนต์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ แม้ในสภาพแวดล้อมที่มีทรัพยากรน้อย การใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนมีประโยชน์มากมายสำหรับนักเรียน รวมถึงการปรับปรุงผลการเรียน การพัฒนาทักษะที่สำคัญ และการเตรียมความพร้อมสำหรับอาชีพในอนาคตในสาขา STEM

Paul Baxter. (2017) สำรวจการใช้หุ่นยนต์เป็นเพื่อนทางการศึกษาในโรงเรียนประถมศึกษา การศึกษาพบว่าเด็ก ๆ ที่ได้รับการโต้ตอบแบบส่วนตัวกับเพื่อนหุ่นยนต์ได้รับการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับเด็ก ๆ ที่ได้รับการโต้ตอบแบบไม่เป็นส่วนตัว ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหุ่นยนต์สามารถเป็นเครื่องมือทางการศึกษาที่มีประสิทธิภาพในห้องเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อได้รับการออกแบบให้ปรับให้เข้ากับผู้เรียนแต่ละคนและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ส่วนบุคคล

Jesús López-Belmonte. (2021) ได้รวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ หุ่นยนต์ในการศึกษาที่เผยแพร่ใน Web of Science การศึกษาวิเคราะห์สิ่งพิมพ์ตามปี ผู้แต่ง ประเทศ และวารสาร ตลอดจนหัวข้อวิจัยหลักและคำสำคัญ สรุปได้ว่ามีจำนวนสิ่งพิมพ์เกี่ยวกับหุ่นยนต์ในการศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยมีความสนใจเพิ่มขึ้นในการใช้หุ่นยนต์ใน K-12 และสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา การศึกษาระบุประเด็นการวิจัยที่สำคัญหลายประการ รวมถึงการออกแบบและการประเมินระบบวิทยาการหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา การใช้วิทยาการหุ่นยนต์เพื่อยกระดับการศึกษา STEM และการบูรณาการวิทยาการหุ่นยนต์เข้าสู่หลักสูตร แสดงให้เห็นว่า ทิศทางทางการศึกษา และหุ่นยนต์ มีความสำคัญอย่างยิ่งในการนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน รวมไปถึงการพัฒนาบุคลากรที่มีประสิทธิภาพ ในการใช้เทคโนโลยีหรืออยู่ร่วมกับการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคต

Yanjun Zhang (2021) ดำเนินการทบทวนเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31 เรื่องอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาในการศึกษาระดับนักเรียนเกรด-12 พบว่าหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาสามารถส่งผลดีต่อทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนและทัศนคติของ STEM โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน การศึกษายังระบุปัจจัยหลายอย่างที่อาจมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของหุ่นยนต์เพื่อการศึกษา รวมถึงประเภทของหุ่นยนต์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และบทบาทของครูในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยรวมแล้ว ผู้เขียนสรุปได้ว่าหุ่นยนต์เพื่อการศึกษามีศักยภาพในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียนระดับ K-12 ในสาขา STEM

Saehful Amri et al. (2022) ได้สำรวจบทบาทของหุ่นยนต์เพื่อการศึกษาในการส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณและ ทักษะในศตวรรษที่ 21 การศึกษานี้ดำเนินการกับนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้นในประเทศอินโดนีเซียจำนวน 126 คน โดยใช้แบบทดสอบก่อน-หลังการทดสอบ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษา สามารถพัฒนาทักษะการคิด

เชิงคำนวณของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และเสริมสร้างทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่น การแก้ปัญหา การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน โดยสรุปว่าการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถเป็นเครื่องมือที่มีคุณค่าในการส่งเสริมพัฒนาการคิดเชิงคำนวณและทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการศึกษาระดับอนุบาลถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย

Isabel Neto. (2021) อธิบายการออกแบบและพัฒนาหุ่นยนต์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ร่วมกันในห้องเรียนที่มีความสามารถหลากหลาย โดยเน้นที่เด็กที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นโดยผู้วิจัยได้ใช้วิธีการออกแบบแบบมีส่วนร่วมของครู นักเรียน และนักออกแบบเพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่เด็กทุกคนสามารถบังคับและควบคุมได้ง่าย โดยไม่คำนึงถึงความสามารถในการมองเห็น หุ่นยนต์ได้รับการทดสอบในโรงเรียน 2 แห่ง และพบว่ามีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการทำงานร่วมกัน การมีส่วนร่วม และการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน การศึกษานี้แสดงหลักฐานว่ากระบวนการออกแบบตามชุมชนสามารถนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่ตอบสนองความต้องการของกลุ่มผู้เรียนที่หลากหลายในสถานศึกษา งานวิจัยนี้ช่วยชี้ให้เห็นถึงการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนที่เพิ่มมากขึ้นเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ภายในโรงเรียนและสนับสนุนการทำงานร่วมกันในสังคม

Weipeng Yang (2021) ตรวจสอบผลของการสอนเด็กเล็กถึงวิธีการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์เทียบกับการใช้บล็อกเพลย์ หรือ การแทนการเขียนโปรแกรมด้วยกล่องตัวต่อ ที่ส่งผลต่อการคิดเชิงคำนวณ ฝึกความสามารถในการจัดลำดับ และการควบคุมตนเอง ผลการวิจัยพบว่าเด็ก ๆ ที่ได้รับการสอนวิธีการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณและความสามารถในการจัดลำดับที่ดีขึ้นเมื่อเทียบกับเด็กนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการเล่นบล็อก นอกจากนี้ เด็กนักเรียน ที่เรียนรู้วิธีการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ยังแสดงพัฒนาการด้านการควบคุมตนเองที่ดีขึ้นอีกด้วย โดยแนะนำว่าการรวมการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์เข้ากับการศึกษาปฐมวัยอาจเป็นวิธีที่มีแนวโน้มดีในการเพิ่มความสามารถทางความคิดและการควบคุมตนเองของเด็ก การศึกษานี้ก่อให้เกิดการวิจัยที่เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับประโยชน์ของการนำหุ่นยนต์มาใช้ในห้องเรียนสำหรับเด็กเล็ก

โดยสรุป การใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนมีผลดีต่อการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการที่ดีตั้งแต่ระดับชั้นปฐมวัยไปจนถึงการเรียนในระดับอุดมศึกษา และอีกในหลายการศึกษาพบว่าการใช้หุ่นยนต์ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สามารถสร้าง แรงจูงใจของนักเรียน เพิ่มทักษะการแก้ปัญหา การจัดลำดับเหตุการณ์ การวางแผน และการคิดเชิงวิพากษ์ และเป็นเครื่องมือที่ดีในการเรียนรู้ในสาขาด้าน STEM การใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนทำให้เกิดประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนประถมและมัธยมต้นไปจนถึงทุกระดับชั้นในขณะที่ในโรงเรียนมัธยมพบว่าการใช้โปรแกรมหุ่นยนต์เป็นประโยชน์และพื้นฐานที่ดีต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ นักเรียนยังมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนในด้านสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลังจากการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ช่วยสอนโดยรวมแล้ว การวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียน

เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการปรับปรุงการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน และสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณได้เป็นอย่างดี

บทที่ 3

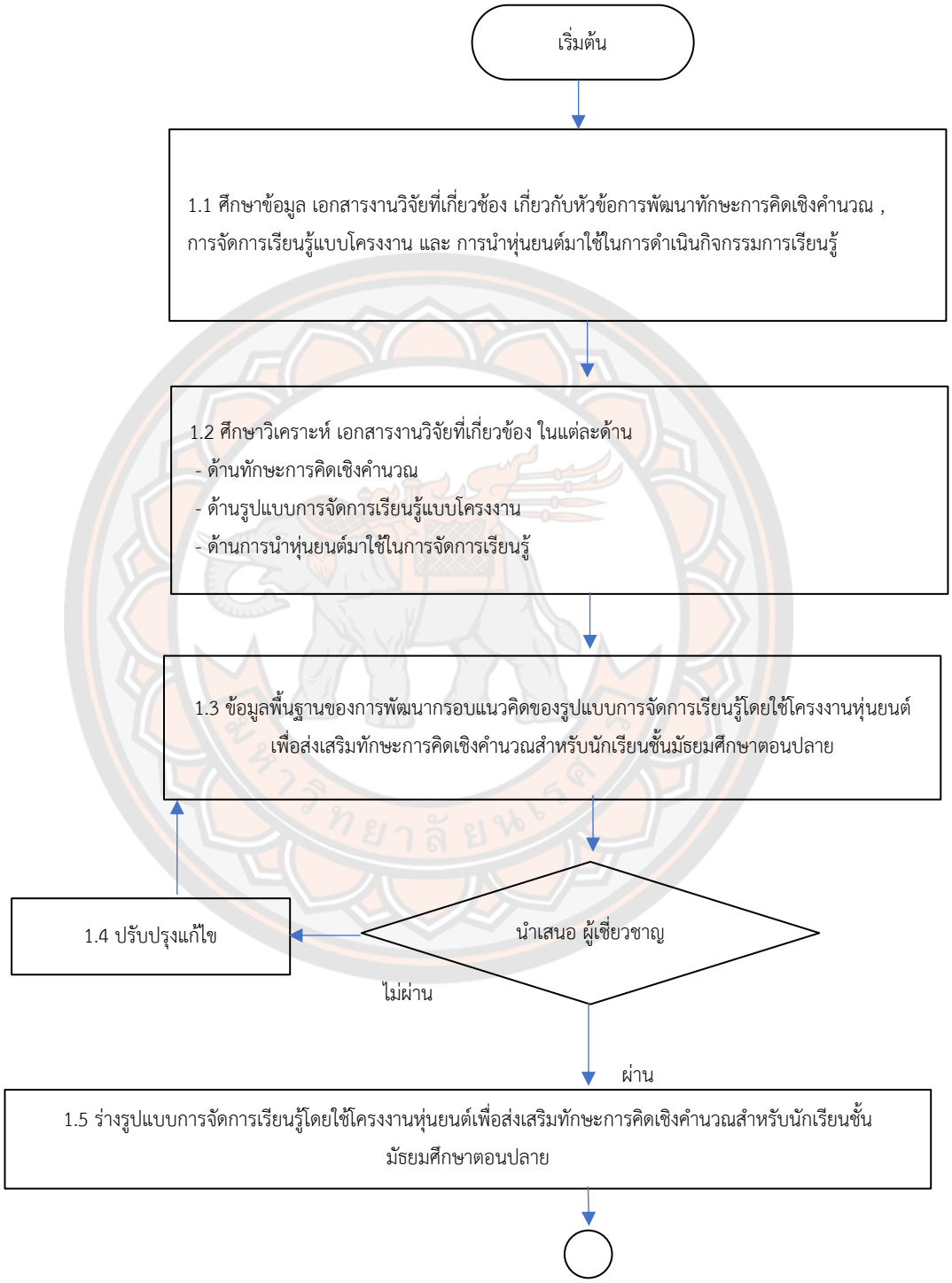
วิธีดำเนินงานวิจัย

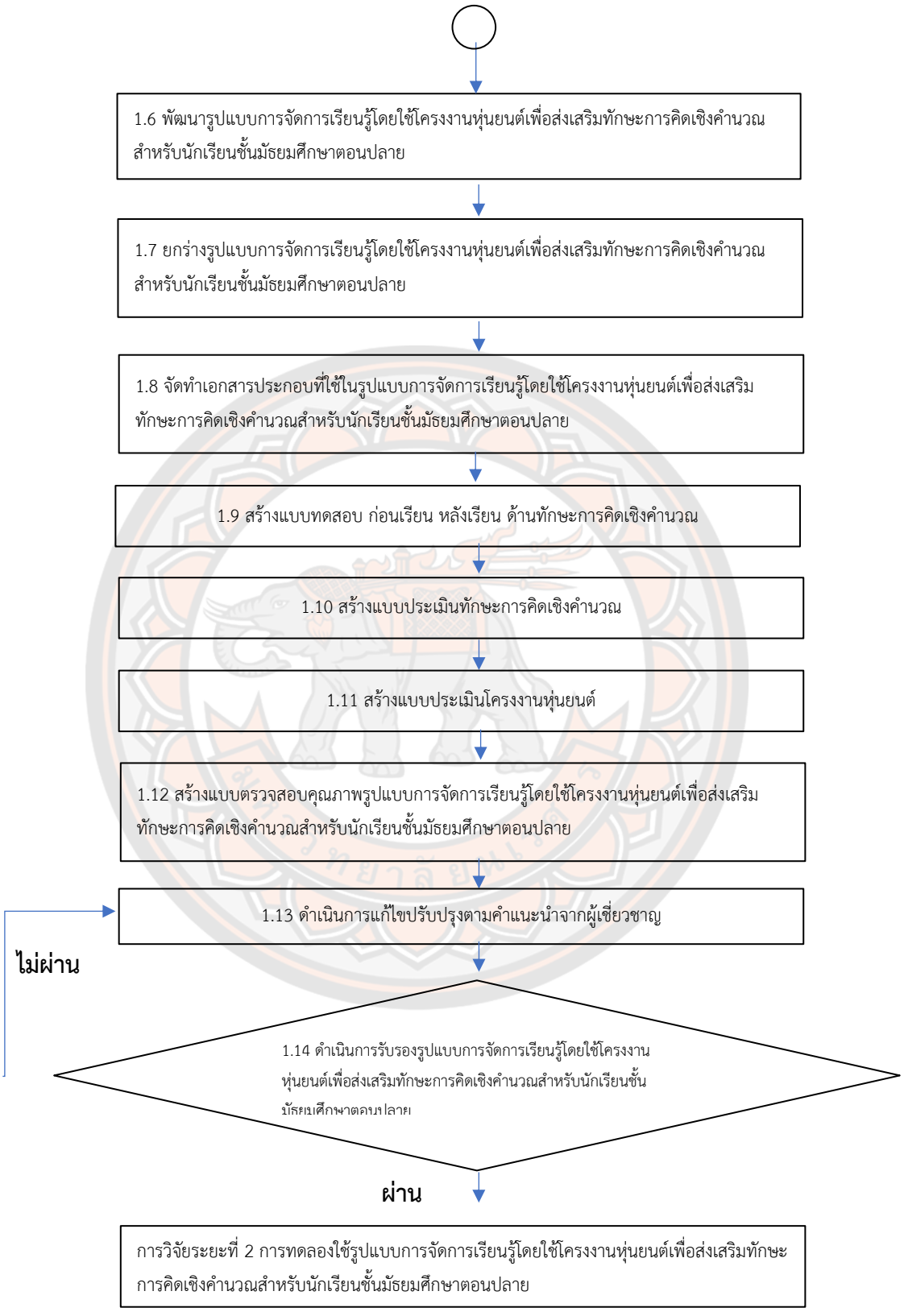
การวิจัยเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยแบ่งเป็นขั้นตอน 2 ขั้นตอนดังนี้

การวิจัยขั้นตอนที่ 1 สร้างและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยขั้นตอนที่ 1 สร้างและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย





ภาพ 3 กรอบแนวคิดการวิจัยขั้นตอนที่ 1

1. สร้างและรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แหล่งข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.1 ศึกษาข้อมูล เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับหัวข้อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และการนำหุ่นยนต์มาใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

ศึกษาข้อมูล เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับหัวข้อการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และ การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้		
การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน	การจัดการเรียนการสอนด้วยหุ่นยนต์	ทักษะการคิดเชิงคำนวณ
การเรียนรู้ด้วยโครงงาน (Project-based Learning - PBL) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งให้นักเรียนได้ทำงานเกี่ยวกับปัญหาหรือความท้าทายในโลกแห่งความเป็นจริง การเรียนรู้แบบโครงงานเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงและได้รับการออกแบบมาเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน โดยทั่วไปจะประกอบด้วยหลายขั้นตอน เช่น การระบุปัญหา การวิจัย การวางแผน การนำไปใช้ และการไตร่ตรอง PBL สามารถนำไปใช้ในสถานศึกษาและสาขาวิชาที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและการมีส่วนร่วมของนักเรียน	การบูรณาการหุ่นยนต์ในห้องเรียนสามารถให้ประโยชน์หลายประการแก่ผู้เรียนเป็นหนึ่งในส่วนสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการจัดกิจกรรมการสอนหุ่นยนต์ นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ และการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ หุ่นยนต์ยังสามารถมอบประสบการณ์การเรียนรู้ จากประสบการณ์จริง และเน้นการมีส่วนร่วม ซึ่งกระตุ้นให้นักเรียนสำรวจและทดลองกับ เทคโนโลยี และเนื่องจากหุ่นยนต์ได้เป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในแรงงานยุคใหม่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์สามารถช่วยเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับอาชีพในอนาคตและมอบประสบการณ์การเรียนรู้ที่สำคัญแก่ผู้เรียน Roshan De Silva (2021)	การคิดเชิงคำนวณเป็นวิธีการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อย ที่สะดวกในการจัดการและใช้เครื่องมือและเทคนิคทางการคำนวณในการแก้ปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีเหตุผล อัลกอริทึม และอย่างสร้างสรรค์เพื่อระบุรูปแบบ ออกแบบแนวทางแก้ปัญหาและวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอโดย Seymour Papert (1980) เพื่อสอนนักเรียนให้คิดอย่างนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ทักษะดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในหลากหลายสาขา และปัจจุบันถูกมองว่าเป็นทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนทุกคนในศตวรรษที่ 21 Jeannette M. Wing (2006)

ข้อมูลพื้นฐานการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ภาพ 4 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลพื้นฐานสำหรับพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

1.2 ศึกษาวิเคราะห์เอกสารเนื้อหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1.2.1 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking)

1.2.2 รูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงาน (Project based learning)

1.2.3 การใช้หุ่นยนต์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Robot in classroom)

1.2.4 กำหนดองค์ประกอบที่ใช้ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1) กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน

2) กำหนดข้อคำถามกระตุ้นให้เกิดการสังเกตในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้

3) ออกแบบลักษณะใบงานกิจกรรมในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการพิจารณาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.5 ออกแบบแบบประเมินเครื่องมือในด้านการวัดผลประเมินผลต่าง ๆ พร้อมศึกษาการประเมินวิเคราะห์ผลสรุปผลการใช้สถิติต่าง ๆ ในการดำเนินการวิเคราะห์คำตอบ

1.2.6 ดำเนินการเขียนเว็บไซต์ที่บรรจุเนื้อหาใบงานกิจกรรมต่าง ๆ และทำการบันทึกวีดีโอการสอนในรายการย่อย

1.2.7 กำหนดคุณสมบัติผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือในด้านต่าง ๆ จำนวน 5 ท่าน

1) มีความรู้ความเข้าใจในด้านสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีประสบการณ์สอนไม่ ต่ำกว่า 8 ปี

2) มีผลงานที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชา STEM วิทยาการคอมพิวเตอร์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ฟิสิกส์หุ่นยนต์ มาอย่างต่อเนื่อง

3) เป็นผู้มีวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาเอกขึ้นไป

4) มีประสบการณ์ทักษะเฉพาะตัวในด้านการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสาขาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่อง

5) เป็นผู้มีความพร้อมและเสียสละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือได้อย่างเต็มที่

1.3 การพัฒนากรอบแนวคิด การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการนำแนวคิดทฤษฎีและองค์ประกอบข้อมูลด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณรูปแบบการเรียนการสอนโครงงานและการใช้หุ่นยนต์ในการเรียนการสอนในด้านต่าง ๆ มาพัฒนากรอบแนวคิดการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

1.4 ปรับปรุงแก้ไขข้อมูลตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลความถูกต้องตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

1.5 นำเสนอร่างรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงจำนวนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.6 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนา หาคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดำเนินการโดยการนำข้อมูลที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นหาเอกสารตำรางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากขั้นตอนที่ 1 มาพัฒนาเพื่อเป็นร่างรูปแบบ หลังจากนั้นดำเนินการโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบ ก่อนนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. แหล่งข้อมูล

1.1 ด้านบุคคล ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คุณสมบัติมีความรู้ความเข้าใจในด้านสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและมีประสบการณ์สอนไม่ต่ำกว่า 8 ปี มีผลงานที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชา STEM วิทยาการคอมพิวเตอร์ หรือ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ฟิสิกส์ หรือ ด้านหุ่นยนต์ มาอย่างต่อเนื่องเป็นผู้มีวุฒิการศึกษาในระดับปริญญาเอกขึ้นไป มีประสบการณ์ทักษะเฉพาะตัวในด้านการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสาขาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีมาอย่างต่อเนื่องและเป็นผู้มีความพร้อมและเสียสละเวลาในการตรวจสอบเครื่องมือได้อย่างเต็มที่

1.2 ด้านเอกสาร ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และ เอกสารประกอบสำหรับ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.2 แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยโครงงานหุ่นยนต์

3.3 แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3.4 แบบประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีขั้นตอนดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยผู้วิจัยในการวิจัยระยะที่ 2 ได้ดำเนินวิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือไว้ ดังนี้

4.1.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวิจัยในระยะที่ 1 มากำหนดเป็นแนวทางในการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานกระบวนการแนวคิดทฤษฎีขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมต่อการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพอส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการสรุปและวิเคราะห์เนื้อหาสาระสำคัญเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.7 ยกร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ในการดำเนินการ ที่มาของรูปแบบ ตามขั้นตอนนี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนย่อยได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้

1.3 แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาองค์ประกอบของรูปแบบหลักการแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Joyce, & Well (2000) มาช่วยในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีส่วนย่อย 5 ส่วน ได้แก่

2.1 ระบุเป้าหมายของการสอน (identify the instructional goals)

2.2 วิเคราะห์งาน (conduct a task analysis)

2.3 เลือกวิธีการสอนและสื่อที่เหมาะสม (select appropriate teaching methods and media)

2.4 พัฒนาสื่อการสอน (develop instructional materials)

2.5 นำการสอนไปใช้ (implement the instruction)

2.6 ประเมินผลการสอน (evaluation)

1.8 จัดทำเอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

18.1 แผนการจัดการเรียนรู้

18.1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

18.1.2 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้ ศึกษาแนวทางดำเนินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยทำการศึกษา เนื้อหา จุดประสงค์ แนวคิด สื่อการจัดการ การวัดประเมินผล และการจัดการเรียนรู้

18.1.3 วิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา หน่วยการเรียนรู้ เนื้อหาเพื่อกำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

18.1.4 จัดทำแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีองค์ประกอบ ได้แก่ ขั้นตอนของรูปแบบ กิจกรรมการเรียนรู้บทบาทผู้สอน บทบาทผู้เรียน เครื่องมือ และการวัดประเมินผล

18.2 ดำเนิน การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

18.2.1 เขียนจุดมุ่งหมายในการสร้างคู่มือรูปแบบจัดการในการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

18.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการสร้างรูปแบบศึกษาความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนรู้ทฤษฎีแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วัตถุประสงค์ หลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้กระบวนการจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินผลการจัดการเรียนรู้

18.2.3 ดำเนินการทำคู่มือเอกสารการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยออกแบบให้ทำความเข้าใจง่ายใช้ภาษาสื่อสารที่ง่ายและออกแบบสำหรับผู้ที่นำรูปแบบไปใช้ให้เกิดความเข้าใจได้อย่างดีและเห็นภาพได้ง่าย

1.9 การสร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบโดยปรับปรุงมาจาก Gonzalez (2017) โดยมีเนื้อหาการเรียนการสอนเรื่องหุ่นยนต์และใช้หลักการแนวคิดเชิงคำนวณของ Jeannate M. Wing (2006) เพื่อสร้างแบบทดสอบการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณขึ้น

ส่วนที่ใช้ความสามารถด้านการแตกปัญหา (Decomposition) 5 ข้อ

ส่วนที่ใช้ความสามารถด้านการหารูปแบบ (Pattern Recognition) 10 ข้อ

ส่วนที่ใช้ความสามารถด้านการคิดเชิงนามธรรม(Abstraction) 10 ข้อ

ส่วนที่ใช้ความสามารถด้านการออกแบบขั้นตอนวิธี(Algorithm) 5 ข้อ

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาโดยใช้การคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ขั้นตอนการเรียนการจัดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีการให้คะแนนดังต่อไปนี้ (IOC) Index of item objective Congruence โดยมีวิธีการประเมินด้วยคะแนนดังนี้

ให้คะแนน +1 สำหรับข้อที่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน 0 สำหรับข้อที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ให้คะแนน - 1 สำหรับข้อที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาคำนวณหาค่าความสอดคล้องของคำถามโดยแปลความหมายดังต่อไปนี้

หากข้อคำถามมีค่า IOC >= 0.5 แสดงว่าข้อคำถามมีความสอดคล้อง

หากข้อคำถามมีค่า IOC<= 0.5 แสดงว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้อง

จากผลการประเมินค่าความสอดคล้อง ของผู้เชี่ยวชาญได้ค่าระดับ IOC >= 0.5 แสดงว่าข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีคุณภาพสามารถนำไปทดลองใช้ได้โดยมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญดังต่อไปนี้

1. ข้อสอบบางข้อ มีการใช้ศัพท์เฉพาะควรใช้คำพูดที่แทนอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่เป็นคำที่ง่ายกว่านี้หรือบอกลักษณะของชิ้นส่วนและอุปกรณ์จะทำให้โจทย์ในข้อสอบเข้าใจง่ายมากขึ้น

2. ข้อสอบที่ใช้รูปภาพควรมีลูกศรในการบอกทิศทางการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เพื่อให้สอดคล้องกับคำถามที่ได้ถามไปในโจทย์

3. ไม่ควรใช้ศัพท์เทคนิคมากจนเกินไปควรใช้คำที่มีความสละสลวยและนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายมากกว่านี้นักเรียนจะมองภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและสามารถคิดตามได้ง่ายยิ่งขึ้น

4. จากข้อสอบรูปบางรูปอาจดูไม่ชัดเจนควรสลับกับกราฟิกอย่างง่ายในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ

5. ในบางข้อควรใส่ข้อมูล เช่น ทิศทาง ตัวเลขความเร็วของการเคลื่อนที่ การหมุนเพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์เพิ่มเติมได้

1.10 สร้างแบบประเมินการทำโครงงานหุ่นยนต์

แบบประเมินการทำโครงงานหุ่นยนต์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อดำเนินการประเมินผลขณะผู้เรียนในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในระหว่างสังเกตการปฏิบัติงาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารตำราที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบประเมินด้วยวิธี Rubic scoring

2. ศึกษาตำราเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการทำโครงงานหุ่นยนต์และรายละเอียดต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องมีการประเมินผลในแต่ละด้าน ศึกษารายละเอียดกติกาการแข่งขันหุ่นยนต์จากรายการต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการบันทึกรายละเอียดการวัดผลประเมินผล

3. กำหนดหัวข้อการประเมินโครงงานหุ่นยนต์

4. สร้างแบบประเมินการทำโครงงานหุ่นยนต์แบบฉบับร่าง

5. นำแบบประเมินโครงงานหุ่นยนต์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหาตรวจสอบภาษาและสำนวนที่ใช้

6. นำแบบประเมินโครงงานหุ่นยนต์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนโปรแกรมหุ่นยนต์ 5 ท่านเพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) เพื่อตรวจสอบความถูกต้องการใช้ภาษาในการสื่อสารตรวจสอบดัชนีความสอดคล้อง IOC พบว่าอยู่ในระหว่าง 0.5 ถึง 1 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอตามภาคผนวก ญ

คะแนนการประเมินมีการกำหนดเกณฑ์รูบริคส์ ดังนี้

คะแนนเท่ากับ 5 หมายถึง นักเรียนอธิบายเรื่องที่ศึกษาได้มาอย่างชัดเจน มีการให้เหตุผลที่หนักแน่น มีข้อมูลสนับสนุนการนำเสนอมีความต่อเนื่อง มีการอธิบายอย่างดีในหัวข้อที่ศึกษา ตอบคำถามได้ตรงตามประเด็น

คะแนนเท่ากับ 4 หมายถึง นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลที่เข้าใจและเห็นความสำคัญของเรื่องที่ศึกษา มีข้อมูลเพียงพอต่อการสนับสนุนสิ่งที่กำลังอธิบาย สามารถสรุปได้ มีการเตรียมการและลำดับความสำคัญในการอธิบาย

คะแนนเท่ากับ 3 หมายถึงนักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่กำลังศึกษาพร้อมให้เหตุผลได้แบบพอเข้าใจ ยังมีเหตุผลการสนับสนุนการอธิบายได้น้อยกว่า 4 กับ 5

คะแนนเท่ากับ 2 หมายถึงนักเรียนอธิบายเรื่อที่ศึกษายังไม่ค่อยสมบูรณ์ มีการยกตัวอย่างที่ไม่ค่อยละเอียด มีข้อผิดพลาดบางจุด ขาดการเตรียมการที่ดี

คะแนนเท่ากับ 1 หมายถึงนักเรียนไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน มีการอธิบายติดขัด ไม่สามารถตอบคำถามได้ ในช่วงนำเสนอ มีการตอบคำถามได้บางจุด และ บางคำถามจะไม่ตอบ

1.11 สร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนรู้ เอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินความพึงพอใจ

แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้

สร้างแบบประเมินรูปแบบการการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนการประมาณค่า Rating Scale 5 ระดับ ได้แก่ ประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการใส่ตัวเลขลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นส่วนที่ 2 คือส่วนของการเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. สร้างแบบประเมินแบบ Rating scale 5 ระดับตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยมีระดับการประเมินคะแนนตามความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ยดังนี้

1 คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับสมมากที่สุด

2 คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะระดับสมมาก

3 คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

4 คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

5 คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

3. นำฉบับร่างแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมจากนั้นดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้เป็นแบบประเมินฉบับสมบูรณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ในการประเมินรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ (ดังรายงานในภาคผนวก) และได้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองต่อไป

แบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนการประมาณค่า Rating Scale 5 ระดับ ได้แก่ ประเมินความเหมาะสมด้านองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการใส่ตัวเลขลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นส่วนที่ 2 คือส่วนของการเขียนข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

2. สร้างแบบประเมินแบบ Rating scale 5 ระดับตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) โดยมีระดับการประเมินคะแนนตามความเหมาะสมดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การพิจารณาค่าเฉลี่ยดังนี้

1 คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับสมมากที่สุด

2 คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะระดับสมมาก

3 คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

4 คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

5 คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

3. นำฉบับร่างแบบประเมินให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมจากนั้นดำเนินการแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาให้เป็นแบบประเมินฉบับสมบูรณ์ จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้และเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ในการประเมินรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ (ดังรายงานในภาคผนวก) และได้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปทดลองต่อไป

1.12 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามข้อมูลที่เก็บมาเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเองรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมาปรับปรุงและเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้โดยจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์

1.13 ดำเนินการรับรองรูปแบบการจัดกิจกรรการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กระบวนการรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีขั้นตอนดำเนินการต่อไปนี้

1. ด้านแหล่งข้อมูล

1.1 แหล่งข้อมูลด้านบุคคล ประกอบด้วย

1.1.1 เว็บไซต์เนื้อหา เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่นำเสนอเนื้อหาจุดประสงค์และแสดงภาพการสาธิตการทำงานการประกอบหุ่นยนต์รวมถึงวีดีทัศน์แนะนำการทำงานเพื่อให้เห็นภาพขั้นตอนลำดับของเนื้อหาเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

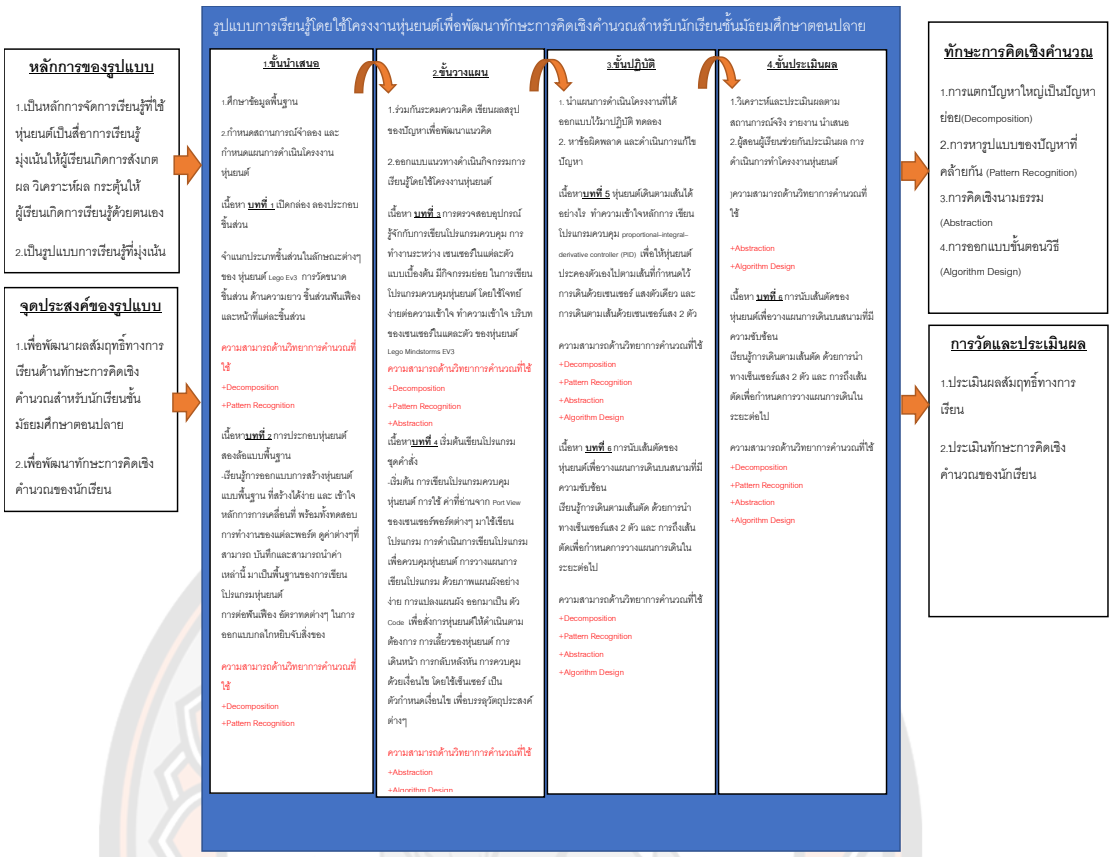
1.1.2 ใบงานสำหรับจดบันทึกระหว่างการทำกิจกรรม ไปงานสำหรับจดบันทึกเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการบันทึกข้อมูลระหว่างการดำเนินกิจกรรมการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์

1.1.3 หุ่นยนต์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นชุดหุ่นยนต์แบบประกอบชิ้นส่วนมีหน่วยรับข้อมูลที่เป็นเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ และหน่วยส่งออกข้อมูลที่เป็นมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ มีหน่วยประมวลผลที่สามารถทดสอบการทำงานเบื้องต้นรวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้หุ่นยนต์ทำงานตามคำสั่งที่เป็นชุดคำสั่งแบบซอฟต์แวร์ได้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีการเรียงลำดับขั้นตามการเรียนรู้แบบโครงงานมีรูปแบบการดำเนินกิจกรรมดังต่อไปนี้

1) ขั้นนำเสนอ เนื้อหาบทที่ 1 ศึกษาชิ้นส่วน เป็นการเปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วนจำแนกประเภทชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ตามหน้าที่การทำงานการวัดขนาดชิ้นส่วนความยาวชิ้นส่วนฟันเฟืองและการประกอบเบื้องต้นอธิบายองค์ประกอบของหุ่นยนต์ในรูปแบบของฟังก์ชันเช่นหน่วยย่อยการเคลื่อนที่ หน่วยประมวลผล หน่วยแสดงผล หน่วยรับข้อมูลและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เนื้อหาบทที่ 2 ทบทวนลองประกอบ เป็น การประกอบหุ่นยนต์ 2 ล้อแบบพื้นฐานเรียนรู้การออกแบบการสร้างหุ่นยนต์แบบพื้นฐานที่สร้างได้ง่ายเข้าใจหลักการการเคลื่อนที่พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของแต่ละพอร์ตทั้งพอร์ตที่เป็น input หมายเลข 1 หมายเลข 2 หมายเลข 3 และ

หมายเลข 4 และ output พอร์ต A พอร์ต B พอร์ต C และพอร์ต D เรียนรู้การออกแบบและการสร้างหุ่นยนต์แบบพื้นฐานที่สร้างได้ง่ายเข้าใจหลักการการเคลื่อนที่พร้อมทั้งทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนการอ่านค่าจากอุปกรณ์รับข้อมูลและมอเตอร์สามารถบันทึก ค่าที่ได้จากการอ่านเพื่อนำไปตั้งเงื่อนไขคำนวณระยะทาง แสง การสัมผัสและทิศทางได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้มาประยุกต์ในการใช้เขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ ความรู้เรื่องการต่อฟันเฟืองอัตราทดกลศาสตร์ที่ใช้ในเรื่องของหุ่นยนต์ กลไกในการหยิบสิ่งของทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นนำเสนอ 1 การแตกปัญหา 2 การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน 2 ขั้นวางแผน เนื้อหาบทที่ 3 ตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการตรวจสอบอุปกรณ์รู้จักกับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระหว่างเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบเบื้องต้นมีกิจกรรมย่อยในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์แบบโจทก์สั้นอย่างง่ายเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์และการสั่งการมอเตอร์เบื้องต้นไปยังทิศทางต่าง ๆ ที่ต้องการเนื้อหาบทที่ 4 ฝึกฝนวางแผน เป็นการเริ่มต้นการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์การใช้ค่าที่อ่าน จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และอ่านจากมอเตอร์นำมาเป็นเงื่อนไขในการกำหนดการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นการวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยผังภาพอย่างง่ายและการแปลงทางภาพออกมาเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสั่งการหุ่นยนต์ตามการออกแบบที่ได้ร่วมกันออกแบบไว้ เพื่อให้ได้มาซึ่งโปรแกรมที่สามารถสั่งงานหุ่นยนต์ให้ดำเนินการต้องการได้ และการออกแบบฟังก์ชันคำสั่งที่จำเป็นเช่นการเดินหน้าการกลับหลังหันการเลี้ยวทีละ 90 องศา การใช้เงื่อนไขเพื่อหยุดหุ่นยนต์ เช่นเมื่อหุ่นยนต์เจอเส้นสีดำให้หยุดเดิน หรือ การใช้อุปกรณ์ Ultrasonic เพื่อกำหนดระยะทางเมื่อหุ่นยนต์เดินในระยะที่กำหนดให้หยุดเดินเป็นต้น ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นวางแผน 2 1) การแตกปัญหา 2) การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน 3 ขั้นปฏิบัติ เนื้อหาบทที่ 5 ลุ้นคะแนนทดสอบ เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยตั้งคำถามชี้นำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไรโดยทำความเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นสีดำที่อยู่บนพื้นโดยใช้หลักการการสะท้อนของแสงเป็นเงื่อนไขในการควบคุมให้หุ่นยนต์ไม่หลุดออกจากเส้น มีการใช้เซ็นเซอร์เพื่อเดินตามเส้นแบบเซ็นเซอร์เดียว และการเดินตามเส้นแบบใช้ 2 เซ็นเซอร์ ทำให้การเดินตามเส้นราบเรียบมากขึ้นเนื้อหาบทที่ 6 หาคำตอบร่วมกันการนับเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยใช้หลักการหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยมีเงื่อนไขการเดินตามเส้นโดยใช้เส้นตัดหรือจุดตัดต่าง ๆ ในสนามเพื่อการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของหุ่นยนต์

ให้เดินไปยังทิศทางที่ถูกต้องถูกตำแหน่งของสนามในการทำภารกิจอย่างง่ายที่กำหนดขึ้น ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นปฏิบัติ 1 การแตกปัญหา, 2 การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน, 3 การคิดเชิงนามธรรม, 4 การเขียนขั้นตอนวิธี 4 ขั้นประเมินผลมีการกำหนดโจทย์สถานการณ์ที่มีความท้าทายและความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์ประเมินผลตามสถานการณ์จริง มีการจดบันทึกข้อผิดพลาดเพื่อนำข้อผิดพลาดมาแก้ไขและนำเสนอข้อผิดพลาดและวิธีแก้ไข โดยผู้สอนช่วยสังเกตและให้คำแนะนำผู้เรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม มีการจัดการแข่งขันย่อยเพื่อให้เกิดความท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้หาวิธีแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น โดยใช้ความรู้ที่ได้ทั้ง 6 บทเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแข่งขันย่อยครั้งนี้ พร้อมให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อผิดพลาดและวิธีแก้ไขหุ่นยนต์ระหว่างการดำเนินการทดสอบโครงงานหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดไว้ ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นประเมินผล 4 ด้าน 1) การแตกปัญหา, 2) การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน, 3) การคิดเชิงนามธรรม, 4) การเขียนขั้นตอนวิธี



ภาพ 5 (ร่าง) รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิจัยระยะที่ 2 ศึกษาผลการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ด้านเอกสาร

1.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงกำหนดสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2 เอกสารประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 ผลการทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3.1 ผลการศึกษาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ที่ได้จากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์

1.3.2 ผลจากการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนหลังจากใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ด้านตัวแปรที่ศึกษา

ข้อมูลความคิดเห็นและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

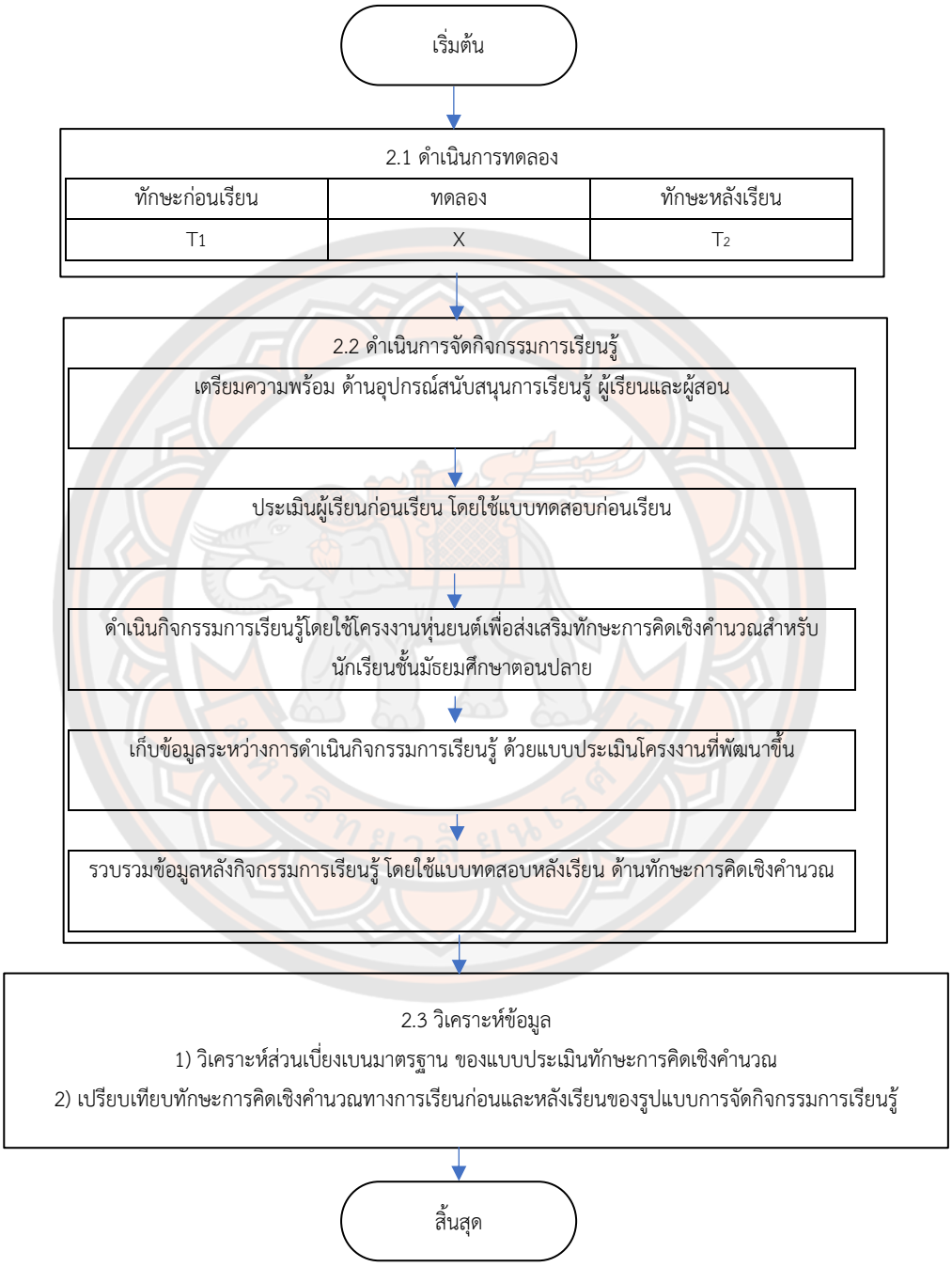
3.2 แบบ แบบประเมินรับรองรูป แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยแบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครง แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายพร้อมด้วยผลการทดลองการใช้รูปแบบเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ในการประเมินรับรองรูปแบบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

4.2 ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามข้อเสนอแนะข้อแนะนำของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 และดำเนินการแก้ไขให้สมบูรณ์

การวิจัยขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



ภาพ 6 ขั้นตอนการวิจัยขั้นตอนที่ 2

การวิจัยขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ดำเนินการทดลอง

นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ผ่านการประเมินคุณภาพและปรับปรุงมาแก้ไขแล้วจนได้ฉบับสมบูรณ์จาก การวิจัยในระยะที่ 2 มาทดลองใช้โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1.1 แหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 134 คน จำนวน 5 ห้องเรียน โดยนักเรียนคละความสามารถในทุกห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยาที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คนโดยเลือกจากห้องเรียนแบบเจาะจง

1.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1.2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1) ทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2) ความพึงพอใจ

1.3 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ได้แก่

แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

การทดลองการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินการดังนี้

1.4.1 ออกแบบการทดลองการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบกลุ่มทดสอบเดี่ยวก่อนเรียนหลังเรียน

ทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน	ทดลอง	ทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน
T_1	X	T_2

T1 = ทดสอบก่อนเรียน

T2 = ทดสอบหลังเรียน

X = การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.4.2 การดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) เลือกกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณทั้งหมดจำนวน 30 คนโดยเลือกเฉพาะห้องเรียนแบบเจาะจง

2) นำรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนวิชาวิทยาการคำนวณ ปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน

ก่อนการทดลองให้กลุ่มตัวอย่างดำเนินการทำแบบทดสอบก่อนเรียนด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ จำนวน 30 ข้อ

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 3 การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายตามตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หน่วยการจัดการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือ
1. เปิดกล่องลองต่อชิ้นส่วน	1	วัตถุประสงค์ 1. นักเรียนสามารถจำแนกองค์ประกอบย่อยชิ้นส่วนและออกแบบระบบย่อยจากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ 2. สามารถวิเคราะห์การออกแบบชิ้นส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้ 3. มีความเข้าใจกลศาสตร์สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อขนาดเล็กฟันเฟืองและจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้ 4. สามารถวัดขนาดชิ้นส่วนและจำแนกเก็บชิ้นส่วนเมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง แนะนำเนื้อหาสาระจุดมุ่งหมายข้อตกลงในการเรียน อธิบายการประกอบเบื้องต้นการจำแนกชิ้นส่วนและทำแบบทดสอบก่อนเรียน	Google site เนื้อหา
2. ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐาน	2	แนะนำวิธีการอ่านคู่มือการประกอบหุ่นยนต์การวัดขนาดชิ้นส่วนการจำแนกประเภทของชิ้นส่วนของ	

หน่วยการจัดการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือ
แบบ 2 ล้อ		หุ่นยนต์ ตัวกล่องควบคุม Sensor ต่าง ๆ และมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ การประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบ 2 ล้อ แนะนำการทดสอบเบื้องต้นจากการเขียนโปรแกรมที่ไม่ใช้ pc (Personal Computer)	
3 การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์พื้นฐานการเขียนโปรแกรมจากกล่อง	3	วัตถุประสงค์ 1. สามารถจำแนกความคล้ายของรูปแบบชิ้นส่วนหรือระบบย่อยที่มีความคล้ายคลึงกันมีลักษณะการทำงานเดียวกันหน้าที่ของอุปกรณ์มีความคล้ายกันวิเคราะห์การทำงานที่มีส่วนคล้ายกันได้ 2. สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 3. สามารถจำแนกอุปกรณ์ปลายทางได้ 4. สามารถตรวจจับสถานะการทำงานของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงของอุปกรณ์ปลายทางได้ ผู้สอนแนะนำการใช้งานเบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์เซนเซอร์มอเตอร์ขนาดต่าง ๆ พร้อมกิจกรรมย่อยการวัดขนาดและดูค่า input ผ่านหน้าจอโดยใช้เมนู port View ของหุ่นยนต์เพื่อนำค่าต่าง ๆ มาใช้งานและเป็นประโยชน์ในการจดบันทึกที่สามารถนำไปใช้กับสถานการณ์จริงได้หรือสามารถนำไปประยุกต์ได้ในการแข่งขันระดับนานาชาติ	Google site เนื้อหา -วีดีทัศน์แนะนำการ -ทดสอบหุ่นยนต์เบื้องต้น -เอกสารแนะนำตามขั้นตอนการทดลองเบื้องต้น
4. การเริ่มต้นเขียนโปรแกรมด้วย PC และ Mac OS	4	วัตถุประสงค์ 4. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้ 4.1 มีความรู้ความเข้าใจในการทำงานแบบวนซ้ำการวางเงื่อนไขต่าง ๆ ในการตัดสินใจ 4.2 สามารถวิเคราะห์เชิงระบบเขียนแผนภาพจำลองและการออกแบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ได้ 4.3 สามารถออกแบบภาพรวมการทำงานและอธิบายการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนเป็นลำดับก่อนและ	- Google site เนื้อหา -วีดีโอแนะนำการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นของหุ่นยนต์ -เอกสารประกอบขั้นตอนการทดลองเบื้องต้น

หน่วยการจัดการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือ
		หลังอย่างเข้าใจ ผู้สอนแนะนำการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นโดยใช้คำสั่งอย่างง่ายไปหายากตามลำดับ มีกิจกรรมย่อยให้นักเรียนทดลองตามและหาคำตอบโดยผู้สอนให้การดูแลอย่างใกล้ชิดและคอยตอบคำถามกรณีเกิดข้อสงสัยและปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองหุ่นยนต์ โดยผู้สอนเป็นผู้ทำแบบสังเกตการณ์ระหว่างการทดลอง	
5. หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร	5	วัตถุประสงค์ 5.1 เข้าใจกระบวนการขั้นตอนวิธีและการเขียนผังงานแบบง่ายลงกระดาษเพื่อวางแผนการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ในการทำภารกิจ 5.2 มีความรู้ความเข้าใจด้านการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์การเลี้ยวในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเลี้ยว 90 องศามีการตั้งค่าอย่างไรการเลี้ยวเบน 45 องศาต้องใช้อุปกรณ์ใดบ้าง 5.3 มีความรู้ความเข้าใจในการวัดค่า Sensor แสงระยะทางเพื่อนำมาใช้ในการวางเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ในการดำเนินภารกิจ 5.4 มีความรู้ความเข้าใจในด้านการออกแบบผังงานการวางแผนการเขียนโปรแกรมการออกแบบการเดินตามเส้นในจังหวะที่หุ่นยนต์หลุดเส้นและพยายามกลับมาที่เดิมนักเรียนสามารถตั้งข้อสังเกตและอธิบายได้ 5.5 สามารถนำผังงานที่นักเรียนได้พัฒนาหรือเขียนขึ้นมาเขียนเป็นคำสั่งที่สามารถสั่งการหุ่นยนต์ได้จริงตามกระบวนการขั้นตอนวิธีที่อัลกอริทึมที่ออกแบบมา และสามารถตรวจสอบแก้ไขรายงานผลการทำงานวิเคราะห์ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากปัญหาสภาพจริง	- Google site เนื้อหา - วิดีโอการทดสอบหุ่นยนต์ตามเงื่อนไขที่กำหนด - เอกสารประกอบขั้นตอนการทดลองหุ่นยนต์
5. หุ่นยนต์เดินตาม	5	ผู้สอนให้นักเรียนดำเนินการต่อเซ็นเซอร์แสงวัดค่าแสง	- Google site เนื้อหา

หน่วยการจัดการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือ
เส้นได้อย่างไร		และดำเนินการเขียนผังงานฝึกให้นักเรียนคิดทดลองนทึกคอยให้คำแนะนำนักเรียนกรณีเกิดปัญหา ฝึกให้นักเรียนคิดในเรื่องของการทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น จากการเขียนโปรแกรมเงื่อนไขที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น พร้อมดำเนินกิจกรรมการแข่งขันย่อยวัดความเร็วในการเดินตามเส้น ฝึกให้นักเรียนคิดสังเกตบันทึกและกระตุ้นความท้าทายให้นักเรียนสนใจในการหาคำตอบ	-วิดีโอการทดสอบหุ่นยนต์ตามเงื่อนไขที่กำหนด -เอกสารประกอบขั้นตอนการทดลองหุ่นยนต์
6. การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์	6	ผู้สอนอธิบายถึงการนำทางโดยใช้เส้นตัด เพื่อกำหนดทิศทางการเดินของหุ่นยนต์ตามต้องการ ฝึกให้นักเรียนเขียนแผนผังเพื่อเป็นการวางแผนในการเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์ตามทิศทางที่กำหนดไว้ โดยมีกิจกรรมย่อยในการให้หุ่นยนต์เดินไปยังทิศทางที่ต้องการโดยใช้เส้นตัดเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของสนามแข่งขันย่อยที่ผู้วิจัยได้เตรียมขึ้น	- Google site เนื้อหา -วิดีโอการทดสอบหุ่นยนต์ตามเงื่อนไขที่กำหนด -เอกสารประกอบขั้นตอนการทดลองหุ่นยนต์
7. การประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง	7	วัตถุประสงค์ 7.1 สามารถนำความรู้ความเข้าใจมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น 7.2 สามารถออกแบบเทคนิควิธีการแก้ปัญหาได้ 7.3 สามารถวางลำดับต่าง ๆ ในการเขียนแผนดำเนินการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งได้ 7.4 สามารถดำเนินภารกิจตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้โดยใช้สนามแข่งจริงและมีการวัดค่าคะแนนตามที่หุ่นยนต์ทำได้ 7.5 นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจและสามารถดำเนินการแข่งขันย่อยจากสภาวะปัญหาที่เกิดจากสถานการณ์จริง สามารถประเมินการทำงานของหุ่นยนต์และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ 7.6 นักเรียนสามารถออกแบบหุ่นยนต์ตามจินตนาการและความสนใจ สามารถการออกแบบหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระ เปิดโอกาสให้ออกแบบอุปกรณ์พิเศษภายใต้เงื่อนไขการแข่งขันย่อยที่กำหนดไว้เพื่อ	- Google site เนื้อหา - วิดีโอประกอบการทดลอง - เอกสารประกอบขั้นตอนการดำเนินการทดลองและเงื่อนไขภารกิจในสนามแข่งจริงที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น

หน่วยการจัดการเรียนรู้	สัปดาห์ที่	กิจกรรมการเรียนรู้	เครื่องมือ
		ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์	

2.1 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้ออกแบบขึ้น

2.2 เมื่อการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนของแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

2.3 ศึกษาข้อมูลทักษะการคิดเชิงคำนวณที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.4 เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 วิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบิคที่พัฒนาขึ้น

3.2 เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยใช้สถิติทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย t - test Dependent โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอนที่ 1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เมื่อผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้สร้างและตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

ส่วนที่ 1 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ที่มาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.1 ความเป็นมาของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และมีความรู้พื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรมสำหรับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น โดยได้มีจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนระดับ ม.1 ขึ้นไป ซึ่ง ในปัจจุบัน เป็นยุคเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยดิจิทัล สังคมโลกเปลี่ยนไปจากเดิมเป็นอย่างมาก กระบวนการผลิตเศรฐกิจและอุตสาหกรรมได้มีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หุ่นยนต์เข้ามามีส่วนร่วม ไปจนถึงงานบริการต่าง ๆ มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลและเป็นสื่อต่าง ๆ ดังนั้น เพื่อพัฒนาประเทศให้ก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) จึงได้เสนอหลักสูตรวิทยาการคำนวณต่อกระทรวงศึกษาธิการจนได้รับการประกาศใช้ในหลักสูตรอย่างเป็นทางการในปี พ.ศ. 2560 โดยมีจุดประสงค์ให้เด็กมีความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงหรือพัฒนานวัตกรรม และใช้ทรัพยากรด้านไอซีที ในการสร้างองค์ความรู้หรือสร้างมูลค่าได้อย่างสร้างสรรค์ รายวิชาวิทยาการคำนวณจึงได้มีการเริ่มต้นปลูกฝังให้นักเรียนได้มีทักษะการคิดเชิงคำนวณตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่ให้ความสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ท่ามกลางการขยายตัวทางด้านเทคโนโลยีส่งผลโดยตรงต่ออาชีพการทำงานและความเป็นอยู่การเติบโตของระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ ถูกนำมาช่วยในการทำงานเพิ่มความรวดเร็วแม่นยำลดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต และการทำงาน ซึ่งทำให้ระบบงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นกว่าในอดีต การใช้เทคโนโลยีถือเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตการทำงานในสภาพสังคมปัจจุบันที่ขับเคลื่อนไปด้วย ซอฟต์แวร์ และความรู้ด้าน โปรแกรมมิ่ง (Marcos, 2015) ซึ่งการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีจำเป็นต้องมีทักษะ การคิดวิเคราะห์ วางแผนจัดการ การคิดอย่างเป็นเหตุและผลคิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงการออกแบบกระบวนการแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Jeannette M. Wing (2006) ที่เป็นผู้ริเริ่มการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดกระบวนการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มาช่วยพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาหรือเรียกว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่ง เป็นทักษะที่เสริมศักยภาพในการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว โดยที่ สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการคิดนี้ได้มาจากการจำลองกระบวนการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการทำงานในชีวิตประจำวันได้ โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรม เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธีการ หรือ อัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อ

นำมาใช้แก้ปัญหา ในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบและเกิดประโยชน์สูงสุดอย่างมีประสิทธิภาพ เกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะ แนวคิด และเทคนิค ซึ่งสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา ทั้งนี้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย วิธีการคิด การคิดเชิงคำนวณ กระบวนการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ขั้นตอน พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบ รวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนากระบวนการจัดการปัญหาที่เป็นวิธีการนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธี เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบ ทักษะการคิดเชิงคำนวณนี้ส่งผลโดยตรงต่อการดำเนินอาชีพในอนาคตและควรเป็นทักษะความสามารถในการวิเคราะห์ของคนรุ่นใหม่ทุกคน ให้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการเรียน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ (STEM) ซึ่งตอบโจทย์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ดังนั้น ประเทศไทยได้เล็งเห็นถึงการพัฒนาในด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาแรงงานทักษะสูงที่สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและมีความเป็นนวัตกรในอนาคต สอดคล้องกับแผนการพัฒนาเศรฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2560-2564 ในด้านการพัฒนานวัตกรรมและการนำไปใช้เป็นปัจจัยขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกมิติ เพื่อยกระดับศักยภาพของประเทศในทุกด้าน โดยที่ในช่วงต่อจากนี้จะมุ่งเน้นการนำความคิดสร้างสรรค์และการพัฒนานวัตกรรมเพื่อทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีมูลค่าเพิ่มทางเศรฐกิจ ทั้งในเรื่องกระบวนการผลิตและรูปแบบกผลิตภัณฑ์การบริการใหม่ ๆ เปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี และรูปแบบการดำเนินธุรกิจ ซึ่งปัจจุบัน รัฐบาลได้เห็นถึงปัญหาระบบการศึกษาในประเทศไทย โดยดูจากคะแนนการสอบวัดผล Programmed for International Student Assessment (PISA) ในปี 2019 นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้านการอ่าน 393 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 487 คะแนน) คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) และวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) กลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับเดียวกับกลุ่มประเทศเศรษฐกิจที่มีคะแนนสูงสุด 5 อันดับแรก (Top 5) และกลุ่มโรงเรียนสาธิตของมหาวิทยาลัย มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD ผลการประเมินชี้ว่า ระบบการศึกษาไทยมีส่วนหนึ่งที่มีคุณภาพและสามารถพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในระดับสูงได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562)

จากการสังเกตการสอนในชั้นเรียน และสัมภาษณ์ครูผู้ร่วมวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้ในชั่วโมงสอนส่วนมากเป็นการสอนแบบบรรยายเนื้อหาการเขียนโปรแกรมเพียงอย่างเดียว และการดำเนินกิจกรรมการใช้หุ่นยนต์ เป็นเพียงการปฏิบัติตามคู่มือ ผู้เรียนขาดการพัฒนาทักษะในหลายด้านที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา นักเรียนสามารถตอบโจทย์ได้เบื้องต้นในระดับการท่องจำ ยังไม่สามารถนำความรู้มา ประยุกต์ได้ ยังไม่สามารถหาความสัมพันธ์ และประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเทคโนโลยี นักเรียนขาดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบทำให้ไม่สามารถ เชื่อมโยงความคิด ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ รวมไปถึงการแก้ปัญหาด้านการเขียนโปรแกรมจากโจทย์ หรือ ปัญหาที่กำหนดให้ ไม่สามารถออกแบบผังงาน การจำลองความคิดที่นำไปสู่วิธี

แก้ปัญหาที่เป็นลำดับขั้นตอนได้ ขาดทักษะในการแก้ไขปัญหา รวมไปถึงการสร้างชิ้นงาน ผู้สอนยังจำเป็นต้องแนะนำอย่างไกลชิดในการแนะนำวิธีแก้ปัญหาระหว่างการจัดการเรียนรู้บ่อยครั้ง

ด้วยเหตุนี้จึงเป็นหน้าที่สำคัญของโรงเรียนในการพัฒนานักเรียนที่มีคุณภาพตามจุดมุ่งหมายของกระทรวงศึกษาธิการที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิด การจัดการกับสถานการณ์ การบูรณาการความรู้เพื่อประยุกต์ใช้แก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการเรียนรู้ นักเรียนต้องรู้จัก คิดอย่างมีเหตุผล ลงมือเป็นแก้ปัญหาเป็น เพื่อให้นักเรียนจะได้มีความรู้ความสามารถในการจัดการปัญหาได้ในอนาคต

การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ได้สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษา ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ความรู้ใหม่นั้น เป็นความรู้ที่ทั้งผู้เรียนและผู้สอนไม่มีประสบการณ์มาก่อน

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2555, น. 57) โดยที่นักเรียนสามารถพัฒนาโครงงานได้ในเวลาว่าง นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้และลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ถ่ายใต้การแนะนำของครูผู้สอน เพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงงานภายไต้การดูแลกำกับโดยครู ผู้ซึ่งเป็นผู้เตรียมการดำเนินการตามขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบยั่งยืน และสามารถนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการปฏิบัติมาใช้แก้ปัญหาได้ในอนาคต (ศศิโสภิต แพงศรี, 2561) ซึ่ง ในบริบทของเทคโนโลยีในปัจจุบัน การใช้หุ่นยนต์มาเป็นสื่อการสอนเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเสริมสร้างทักษะในด้านต่าง ๆ เป็นการบูรณาการวิชาความรู้ในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) อย่างสมบูรณ์แบบ ทำให้ เกิดการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนที่จะพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์คิดแก้ปัญหาการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์ นอกจากนั้นหุ่นยนต์ยังเป็นเครื่องมือที่ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ ได้สร้าง และ ได้ฝึกการสังเกตข้อผิดพลาดในการทำงาน ได้ทดลองที่ทำให้การเรียนไม่น่าเบื่อ เกิดพัฒนาการที่ดีในการเรียนรู้ไปในเชิงบวกมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาอย่างลึกซึ้งผ่านการปฏิบัติ (Guanhua Chen 2017) และหุ่นยนต์ยังส่งเสริม การสร้างระเบียบวินัยในการทำงานร่วมกัน เป็นทีมที่ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันสร้างพัฒนาการทีดีในด้านความคิดสร้างสรรค์ (Marina U. Bers, 2010)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ส่งเสริมการใช้หุ่นยนต์เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ตามแนวของสะเต็มศึกษา และเนื่องด้วยในปัจจุบัน หุ่นยนต์และชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ มีราคาทีถูกลง ทำให้ คนทั่วไปและโรงเรียนต่าง ๆ สามารถซื้อมาเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น ทำให้การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียน จึงเป็นที่แพร่หลายมากขึ้นในปัจจุบัน

จากเหตุผลดังกล่าว จึงส่งผลให้ผู้วิจัยต้องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณสอดคล้องกับความต้องการแรงงานทักษะสูงที่เป็นทักษะแห่งผู้สร้างนวัตกรรมประกอบอาชีพที่อยู่ร่วมกับการพัฒนาเทคโนโลยี เพื่อขับเคลื่อนเศรฐกิจของประเทศต่อไป

1.2 ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับมัธยมศึกษาตอนปลายได้แก่

1.2.1 ทักษะการคิดเชิงคำนวณ Computational Thinking

การคิดเชิงคำนวณ Computational Thinking ได้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดย Seymour Pipert ในปี 1980 และนำมาใช้อีกครั้งในปี 1996 ซึ่งแนวคิดเชิงคำนวณ ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน หรือ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) เป็นกระบวนการที่สามารถแก้ปัญหาขนาดใหญ่อย่างซับซ้อนและมีประสิทธิภาพ

การคิดเชิงคำนวณ คือ กระบวนการในการ จำลองแนวคิดของการพัฒนาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยทักษะนี้ ไม่จำเป็นต้องเป็นการเขียนโปรแกรม ก็สามารถนำวิธีคิดนี้มาจัดการกับปัญหาได้ โดยเริ่มจากการ แตกปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อยต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา แล้วดำเนินการสังเกตหรือจับหลักการ จากการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของปัญหา เพื่อการจำแบบรูป (Pattern) ในการมองภาพรวม และนำไปสู่การออกแบบ กระบวนการจัดการกับปัญหา ที่เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหา ที่ผู้ใช้อื่น ๆ สามารถนำวิธีคิดนี้มาจัดการกับปัญหาได้อย่างถาวร เช่นเดียวกับระบบอัตโนมัติซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ มี 4 องค์ประกอบหลักดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 Decomposition คือการจำแนกปัญหาใหญ่ที่มีความซับซ้อนออกมาเป็นปัญหาย่อย เพื่อให้การง่ายต่อการจัดการปัญหา และสามารถลดภาระการทำงานได้มากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 Pattern Recognition คือการสังเกตรูปแบบที่เกิดขึ้นกันอย่างซ้ำกันจากปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการพัฒนาที่เกิดขึ้นสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 3 Pattern Generalization Abstraction คือ การมองภาพรวมเพื่อนิยามสิ่งที่ เป็นรายละเอียดปลีกย่อย ตัดรายละเอียดที่ไม่จำเป็นออก เพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบของการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น สร้างแบบจำลองจากแนวคิดเพื่อนำสิ่งต่าง ๆ มาวิเคราะห์และสามารถนำแนวคิดในการปรับปรุงไปใช้ออกแบบกระบวนการจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 4 Algorithm Design คือ การออกแบบลำดับการทำงานที่สามารถทำซ้ำได้อีกและสามารถรองรับปัญหาที่เกิดขึ้น ได้อย่างง่ายดายและมีประสิทธิภาพ

1.2.2 รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน Project based Learning

การเรียนรู้แบบโครงงาน หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นขั้นตอน ที่มุ่งเน้นการปฏิบัติจริง เพื่อให้ได้ประสบการณ์ มีการเลือกหัวข้อ ออกแบบการทดลอง สืบค้นข้อมูล หาข้อสงสัย ข้อผิดพลาดในประเด็นที่สนใจ สรุปผล รายงานผลตามความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อค้นพบใหม่ จากการทดลองจริง ที่ครูผู้สอนและนักเรียนอาจยังไม่เคยมีประสบการณ์มาก่อน รวมถึงการนำความรู้ที่ได้ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ส่งเสริมให้เกิด การวางแผน การทำงานเป็นขั้นตอน การร่วมมือกันระหว่างสมาชิกเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดี การเกิดความคิดสร้างสรรค์ ทำให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้อย่างแท้จริงโดยสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ (2550) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอ

ผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์จากเนื้อหาใบความรู้และข้อคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ มีสถานการณ์จำลองให้ศึกษา และตัวอย่างของสถานการณ์ เนื้อหาและภาพประกอบ จากนั้นให้ผู้เรียนได้ตั้งคำถามและกำหนด แผนการจัดการ แต่ดำเนินโครงงาน เพื่อกำหนด แนวทาง การวางแผนในการเรียนรู้ ร่วมกันในแต่ละกลุ่ม

2. ขั้นการวางแผน

ผู้เรียนจำเป็นต้องร่วมมือกันวางแผนระดมความคิดอภิปรายหาผลสรุปของกลุ่มหลังจากนั้นนำไปดำเนินแนวทางการปฏิบัติ ร่วมกันออกความคิดเห็นเพื่อดำเนินการ สร้างแนวทางปฏิบัติ ร่วมกันในแต่ละกลุ่ม เพื่อออกแบบกระบวนการแก้ปัญหานำไปสู่การทดสอบสมมติฐาน

3. ขั้นปฏิบัติ

นำแผนที่ได้ร่วมกันวางแผนมาลงมือ ปฏิบัติร่วมกัน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมที่วางแผนไว้ มีการจดบันทึกการทดสอบตัวแปรต่าง ๆ และสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการทำการทดลองในสถานการณ์จริง เพื่อเขียนผลสรุปการทดลอง นำไปสู่การเขียนรายงานผลการทดลองที่ได้ทดลอง และได้ทำการแก้ไขปัญหานั้น ๆ

4. ขั้นประเมินผล

ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน

1.2.3 การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการสอน

การใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนมีผลดีต่อการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน ส่งเสริมให้เกิดพัฒนาการที่ดีตั้งแต่ระดับชั้นปฐมวัยไปจนถึงการเรียนในระดับอุดมศึกษา และอีกในหลายการศึกษาพบว่าการใช้หุ่นยนต์ในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สามารถสร้าง แรงจูงใจของนักเรียน เพิ่มทักษะการแก้ปัญหา การจัดลำดับเหตุการณ์ การวางแผน และการคิดเชิงวิพากษ์ และเป็นเครื่องมือที่ดีในการเรียนรู้ในสาขาด้าน STEM การใช้หุ่นยนต์ช่วยสอนทำให้เกิดประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงเรียนประถมและมัธยมต้นไปจนถึงทุกระดับชั้นในขณะที่ในโรงเรียนมัธยมพบว่าการใช้โปรแกรมหุ่นยนต์เป็นประโยชน์และพื้นฐานที่ดีต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ นักเรียนยังมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนในด้านสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับ STEM ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลังจากการเรียนรู้ด้วยหุ่นยนต์ช่วยสอนโดยรวมแล้ว การวิจัยชี้ให้เห็นว่าการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการปรับปรุงการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของนักเรียน และสามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณได้เป็นอย่างดี

ส่วนที่ 2 การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะกาคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแนวทางการจัดการเรียนรู้

รูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ผู้สอน instructor

บทบาทของผู้สอนในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทำหน้าที่ชี้แจงลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนจัดทำแผนการเรียนรู้จัดเตรียมทรัพยากรและเทคโนโลยีจัดเตรียมเนื้อหาถ่ายทอดความรู้และร่วมแก้ไขปัญหาระหว่างการจัดกิจกรรมโครงงานหุ่นยนต์เมื่อเกิดปัญหาให้คำตอบแก่ข้อสงสัยของผู้เรียน

2. ผู้เรียน learner

มีบทบาทในการเรียนรู้ที่เป็นไปตามกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายให้ความร่วมมือในการตอบทำคำถาม จัดกลุ่มทำกิจกรรมร่วมกันในการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์มีส่วนร่วมในการเสนอประเด็นปัญหาอุปสรรคระหว่างการดำเนินการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์มีการวางแผนสร้างข้อตกลงร่วมกันทำงานเป็นทีมใช้ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาร่วมกันอภิปรายผลร่วมกันช่วยเหลือในการดำเนินกิจกรรมการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ให้บรรลุเป้าหมายตามวัตถุประสงค์

3. สื่อการจัดการเรียนรู้

เป็นช่องทางการนำเสนอเนื้อหาสาระความรู้ใบงานวีดิทัศน์แนะนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อสาธิตการทำงานของหุ่นยนต์ที่ใช้ประกอบบทเรียนทำให้ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่ผู้สอนได้กำหนดไว้มีดังต่อไปนี้

1. เว็บไซต์เนื้อหา เป็นแหล่งการเรียนรู้ที่นำเสนอเนื้อหาจุดประสงค์และแสดงภาพการสาธิตการทำงานการประกอบหุ่นยนต์รวมถึงวีดีทัศน์แนะนำการทำงานเพื่อให้เห็นภาพขั้นตอนลำดับของเนื้อหาเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2. ใบงานสำหรับจดบันทึกระหว่างการทำกิจกรรม ไปงานสำหรับจดบันทึกเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำการบันทึกข้อมูลระหว่างการดำเนินกิจกรรมการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์

3. หุ่นยนต์ที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เป็นชุดหุ่นยนต์แบบประกอบชิ้นส่วนมีหน่วยรับข้อมูลที่เป็นเซ็นเซอร์ชนิดต่าง ๆ และหน่วยส่งออกข้อมูลที่เป็นมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ มีหน่วยประมวลผลที่สามารถทดสอบการทำงานเบื้องต้นรวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้หุ่นยนต์ทำงานตามคำสั่งที่เป็นชุดคำสั่งแบบซอฟต์แวร์ได้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีการเรียงลำดับขั้นตามการเรียนรู้แบบโครงงาน มีรูปแบบการดำเนินกิจกรรม ดังต่อไปนี้

1. ขั้นนำเสนอ

เนื้อหาบทที่ 1 ศึกษาชิ้นส่วน เป็นการเปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วนจำแนกประเภทชิ้นส่วนในลักษณะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ตามหน้าที่การทำงานการวัดขนาดชิ้นส่วนความยาวชิ้นส่วนฟันเฟืองและการประกอบเบื้องต้นอธิบายองค์ประกอบของหุ่นยนต์ในรูปแบบของฟังก์ชันเช่นหน่วยย่อยการเคลื่อนที่ หน่วยประมวลผล หน่วยแสดงผล หน่วยรับข้อมูลและเซ็นเซอร์ต่าง ๆ

เนื้อหาบทที่ 2 ทบทวนลองประกอบ เป็น การประกอบหุ่นยนต์ 2 ล้อแบบพื้นฐานเรียนรู้การออกแบบการสร้างหุ่นยนต์แบบพื้นฐานที่สร้างได้ง่ายเข้าใจหลักการการเคลื่อนที่พร้อมทั้งทดสอบการทำงานของแต่ละพอร์ตทั้งพอร์ตที่เป็น input หมายเลข 1 หมายเลข 2 หมายเลข 3 และหมายเลข 4 และ output พอร์ต A พอร์ต B พอร์ต C และพอร์ต D เรียนรู้การออกแบบและการสร้างหุ่นยนต์แบบพื้นฐานที่สร้างได้ง่ายเข้าใจหลักการการเคลื่อนที่พร้อมทั้งทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนการอ่านค่าจากอุปกรณ์รับข้อมูลและมอเตอร์สามารถบันทึก ค่าที่ได้จากการอ่านเพื่อนำไปตั้งเงื่อนไขคำนวณระยะทาง แสง การสัมผัสและทิศทางได้ตามวัตถุประสงค์ ซึ่งสามารถนำข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้มาประยุกต์ในการใช้เขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ ความรู้เรื่องการต่อฟันเฟืองอัตราทดกลศาสตร์ที่ใช้ในเรื่องของหุ่นยนต์ กลไกในการหยิบสิ่งของ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นนำเสนอ 1

1. การแตกปัญหา
2. การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน

2. ขั้นวางแผน

เนื้อหาบทที่ 3 ตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการตรวจสอบอุปกรณ์รู้จักกับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานระหว่างเซ็นเซอร์แต่ละตัวแบบเบื้องต้นมีกิจกรรมย่อยในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์แบบโจทก์สั้นอย่างง่ายเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์และการสั่งการมอเตอร์เบื้องต้นไปยังทิศทางต่าง ๆ ที่ต้องการ

เนื้อหาบทที่ 4 ฝึกฝนวางแผน เป็นการเริ่มต้นการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์การใช้ค่าที่อ่าน จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์และอ่านจากมอเตอร์นำมาเป็นเงื่อนไขในการกำหนดการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นการวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยผังภาพอย่างง่าย และการแปลงทางภาพออกมาเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการสั่งการหุ่นยนต์ตามการออกแบบที่ได้ร่วมกันออกแบบไว้ เพื่อให้ได้มาซึ่งโปรแกรมที่สามารถสั่งงานหุ่นยนต์ให้ดำเนินการต้องการได้ และการออกแบบฟังก์ชันคำสั่งที่จำเป็นเช่นการเดินหน้าการกลับหลังหันการเลี้ยวทีละ 90 องศา การใช้เงื่อนไขเพื่อหยุดหุ่นยนต์ เช่น เมื่อหุ่นยนต์เจอเส้นสีดำให้หยุดเดิน หรือ การใช้อุปกรณ์ Ultrasonic เพื่อกำหนดระยะทางเมื่อหุ่นยนต์เดินในระยะที่กำหนดให้หยุดเดินเป็นต้น

ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นวางแผน 2

1. การแตกปัญหา
2. การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน

3. ขั้นปฏิบัติ

เนื้อหาบทที่ 5 ลุ้นคะแนนทดสอบ เป็นการพัฒนาหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยตั้งคำถามชี้นำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร โดยทำความเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมควบคุมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นสีดำที่อยู่บนพื้น โดยใช้หลักการการสะท้อนของแสงเป็นเงื่อนไขในการควบคุมให้หุ่นยนต์ไม่หลุดออกจากเส้น มีการใช้เซ็นเซอร์เพื่อเดินตามเส้นแบบเซ็นเซอร์เดียว และการเดินตามเส้นแบบใช้ 2 เซ็นเซอร์ ทำให้การเดินตามเส้นราบเรียบมากขึ้น

เนื้อหาบทที่ 6 หาคำตอบร่วมกัน การนับเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยใช้หลักการหุ่นยนต์เดินตามเส้นโดยมีเงื่อนไขการเดินตามเส้นโดยใช้เส้นตัดหรือจุดตัดต่าง ๆ ในสนามเพื่อการกำหนดเงื่อนไขการทำงานของหุ่นยนต์ให้เดินไปยังทิศทางที่ถูกต้องถูกตำแหน่งของสนามในการทำภารกิจอย่างง่ายที่กำหนดขึ้น

ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นปฏิบัติ

1. การแตกปัญหา
2. การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน
3. การคิดเชิงนามธรรม
4. การเขียนขั้นตอนวิธี

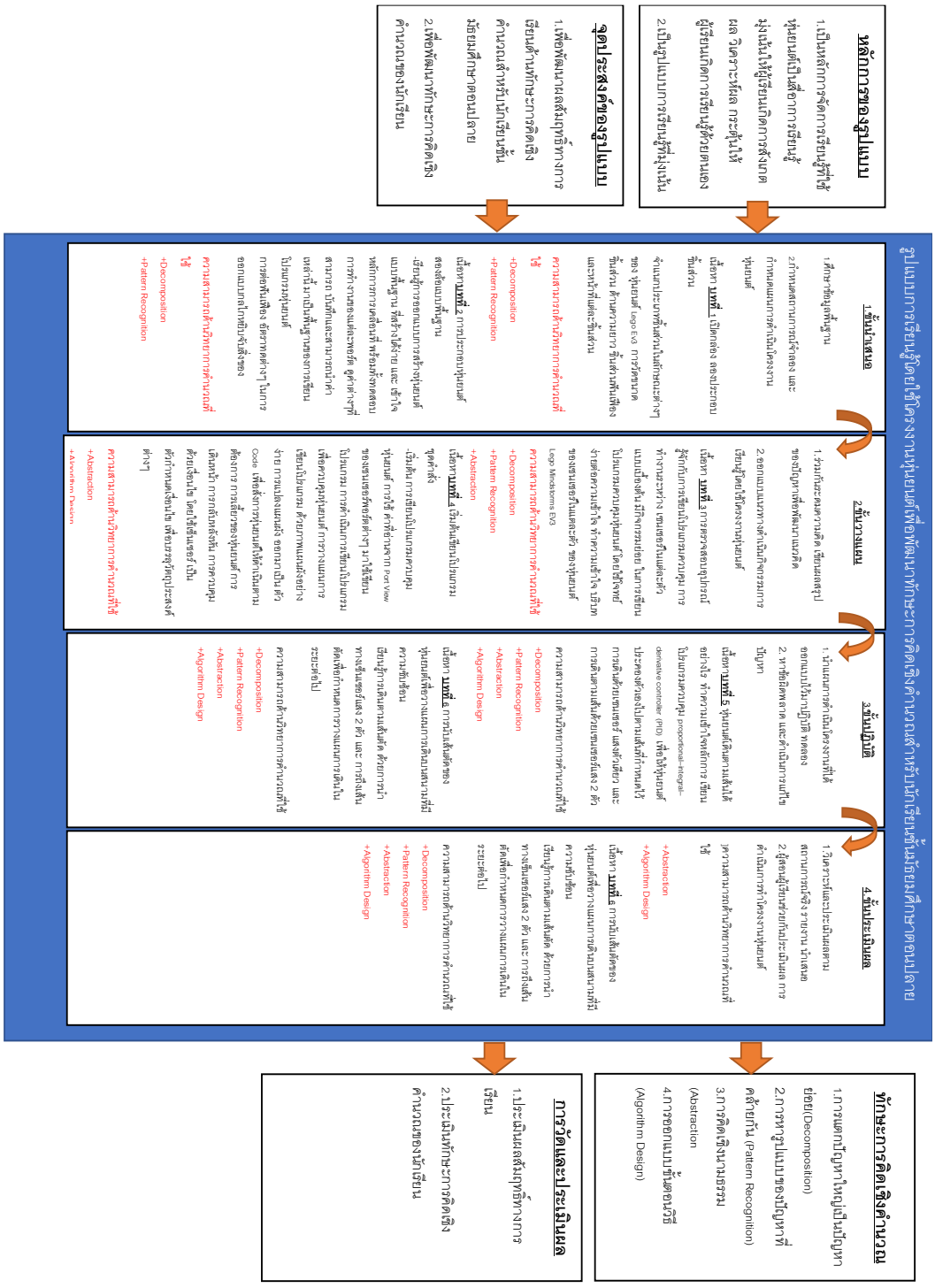
4. ขั้นประเมินผล

มีการกำหนดโจทย์สถานการณ์ที่มีความท้าทายและความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์ประเมินผลตามสถานการณ์จริง มีการจดบันทึกข้อผิดพลาดเพื่อนำข้อผิดพลาดมาแก้ไขและนำเสนอข้อผิดพลาดและวิธีแก้ไข โดยผู้สอนช่วยสังเกตและให้คำแนะนำผู้เรียนในระหว่างการดำเนินกิจกรรม มีการจัดการแข่งขันย่อยเพื่อให้เกิดความท้าทายและกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นหาความรู้หาวิธีแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้น โดยใช้ความรู้ที่ได้ทั้ง 6 บทเรียนมาประยุกต์ใช้ในการแข่งขันย่อยครั้งนี้ พร้อมให้แต่ละกลุ่มนำเสนอข้อผิดพลาดและวิธีแก้ไขหุ่นยนต์ระหว่างการดำเนินการทดสอบโครงงานหุ่นยนต์ตามภารกิจที่กำหนดไว้

ทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากขั้นประเมินผล 4

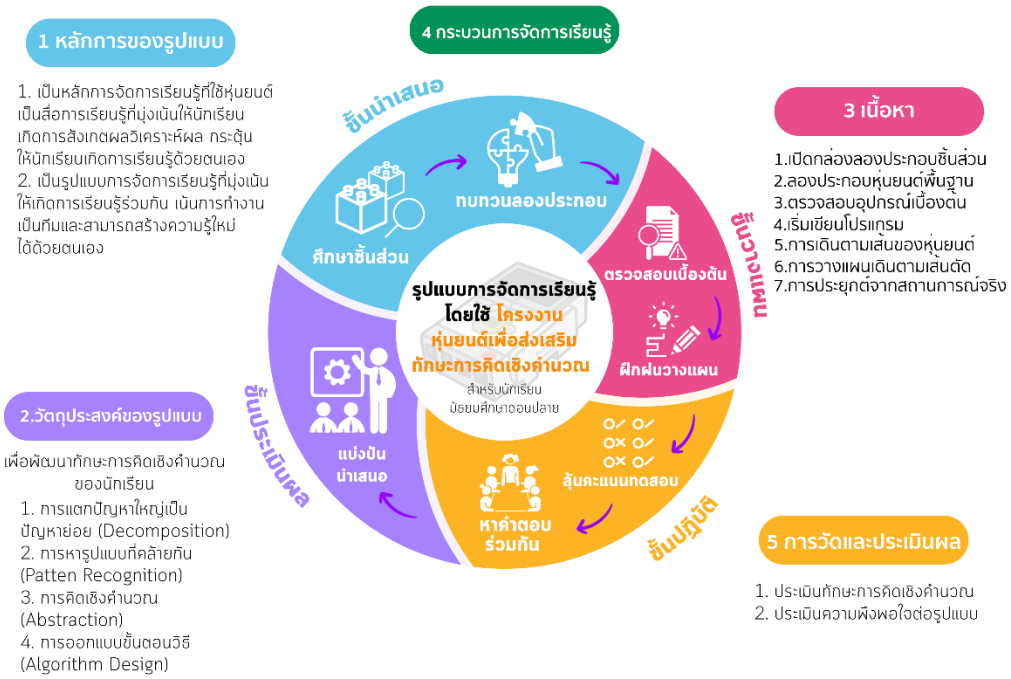
1. การแตกปัญหา
2. การจัดรูปแบบที่ซ้ำกัน
3. การคิดเชิงนามธรรม
4. การเขียนขั้นตอนวิธี

จากการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ได้ทำการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้



ภาพ 7 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน

ผู้วิจัยได้ปรับแผนภาพให้มีความกระชับมากยิ่งขึ้น



ภาพ 8 ผลการพัฒนารูปแบบการสอน

ผลการรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากผลการประเมินรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 4 ผลการประเมินรูปแบบมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ความเหมาะสม

ความเหมาะสม	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านหลักการ	4.46	0.49	มาก
2. ด้านวัตถุประสงค์	4.70	0.49	มากที่สุด
3. ด้านเนื้อหา	4.73	0.32	มากที่สุด
4. ด้านการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.68	0.37	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผลรูปแบบ	4.66	0.36	มากที่สุด
เฉลี่ย	**4.64**	**0.40**	**มากที่สุด**

จากตาราง 4 พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มีความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.64; S.D.=0.40) โดย ความเหมาะสมด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.73; S.D.=0.32) และรองลงมาคือ ความเหมาะสมด้านวัตถุประสงค์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.70; S.D.=0.49)

ตาราง 5 ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะและการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ	ผลการปรับปรุงแก้ไข
1. รูปแบบดูง่ายขาดรายละเอียดและองค์ประกอบย่อย	1. ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขโดยการเพิ่มรายละเอียดองค์ประกอบตัวแปรที่สำคัญใส่ลงไปในแผนภาพของรูปแบบการการจัดการเรียนรู้
2. แผนภาพขาดผลลัพธ์ (Output) ที่ชัดเจนควรจำแนกว่าอะไรเป็น Input Process และ Output	2. ดำเนินการปรับโครงสร้างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและศึกษาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้จากตำราเอกสารที่เกี่ยวข้องดำเนินการปรับปรับปรุงตามคำแนะนำ
3. ภาษาที่ใช้สื่อสารมีการย่อมากเกินไปเวลาอ่านขั้นตอนอาจเกิดความเข้าใจผิดได้	3. ดำเนินการแก้ไขการใช้ภาษาโดยใช้ภาษาที่ไม่สั้นและไม่ยาวจนเกินไปในการอธิบายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความกระชับรัดกุมมากยิ่งขึ้นและไม่สั้นจนเกินไป
4. ควรมีการสะท้อนความคิดเห็นของผู้เรียนกิจกรรมการเรียนรู้	4. ถูกใจได้พัฒนาเครื่องมือเพิ่มเติมในการสะท้อนคิดในกิจกรรมการเรียนรู้
5. ในตัว Process มีรายละเอียดเยอะมากเกินไปควรปรับให้เข้าใจง่ายมากขึ้น	5. ดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีการเขียนอธิบายกระบวนการให้มีความเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น
6. มีการนำบทเรียนเนื้อหาไปอยู่ในส่วนของ Output	6. ได้ดำเนินการแก้ไขในส่วนของ Output ให้ถูกต้องแล้วมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การทดลองใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้น

มีผลการดำเนินการดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้รูปแบบ

ปรากฏดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	30	16.00	3.43		
หลังเรียน	30	22.36	2.83	16.19**	0.00

** มีนัยความสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 6 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.00 และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.36 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบพบว่า การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน

2. ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

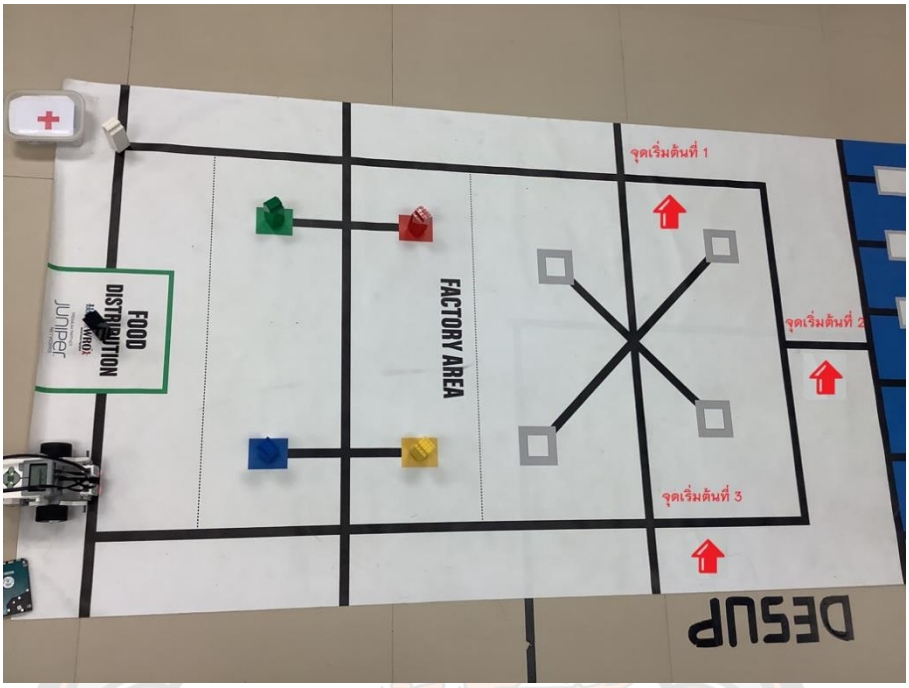
การพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เริ่มจากการแนะนำ ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ รวมทั้งการให้ความรู้ในระบบสั่งการด้วยชุดคำสั่ง แล้วจึงตั้งปัญหาให้นักเรียนแก้ในแบบต่าง ๆ กันโดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผลที่ได้รับ เป็นที่น่าพอใจโดย สังเกตจากพฤติกรรมต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับสั่งการหุ่นยนต์ได้ ตามต้องการด้วยเทคนิคการเขียนแผนภาพ ผังงาน อย่างง่าย ซึ่งเนื้อหาอยู่ในบทเรียน มีการตั้งโจทย์สถานการณ์ ให้นักเรียนออกแบบ การเดิน ตามรูปทรง เช่น รูปทรงสี่เหลี่ยม(ให้เดินรอบกล่อง) รูปทรงตัวอักษร Z ที่เริ่มมีความซับซ้อนมากขึ้น นักเรียนจะได้ออกแบบ การเดิน เพื่อฝึกวิธีคิด ให้นักเรียนออกแบบขั้นตอน

วิธี เพื่อนำมาดำเนินการเขียนชุดคำสั่งเพื่อให้หุ่นยนต์เดินตามทิศทางที่ต้องการ โดยดำเนินจากโจทย์ปัญหาที่มีความง่าย ไปจนถึง โจทย์ปัญหาที่มีความยาก

2. เมื่อนักเรียนสามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้แล้ว จากการสังเกตทางพฤติกรรมว่านักเรียนเกิดความภาคภูมิใจจากการแก้ปัญหาโจทย์ที่ท้าทายที่ตั้งขึ้นการฝึกฝนการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งที่ทำให้หุ่นยนต์ทำงาน หรือเดินไปยังทิศทางที่ต้องการ เริ่มต้นจากโจทย์อย่างง่าย หุ่นยนต์เดินรอบกล่องได้อย่างไร ความท้าทาย ที่ผู้เรียนต้องคิดการนำเสนอในลักษณะที่เป็น โจทย์ เริ่มต้นจากง่ายไปสู่ยากเดินไปตามคำสั่ง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา แบบครั้งละ 90 องศา ทำให้การออกแบบการเดินในสนาม สามารถวางแผนการเดินได้อย่างง่ายดาย จากตัวอย่างการเดินรอบกล่อง สี่เหลี่ยม สามารถให้นักเรียนวิเคราะห์การทำงานที่มีลักษณะ รูปแบบที่คล้ายกัน (Pattern) การเดินรอบกล่อง จะต้องเลี้ยว 90 องศา จำนวนกี่ครั้ง เป็นต้น และ สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมได้ตั้งแต่ ระดับง่ายไปยังระดับที่ซับซ้อนขึ้น จนสามารถไปแข่งขันได้ในระดับเบื้องต้น

3. โดยครูผู้สอนใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบแข่งขัน เพื่อให้เกิดความสนุก โดยเริ่มจากโจทย์ระดับง่าย จากสู่ระดับยากยาก ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ การแข่งขันย่อย จะอยู่ในแต่ละส่วน ของบทเรียนเพื่อนำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหา จากการทดลองอุปกรณ์ในแต่ละชิ้น เช่น อุปกรณ์ เซนเซอร์แสง เซนเซอร์วัดระยะทาง เซนเซอร์การสัมผัส เซนเซอร์ทิศทาง และ การนำเซนเซอร์ต่างชนิดกัน มาประยุกต์ใช้ด้วยกัน โดยจะมีโจทย์สำหรับการฝึก การใช้เซนเซอร์ ในแต่ละชนิดรวมไปจนถึงการใช้เซนเซอร์ต่างชนิดกัน เพื่อให้ผ่านจุดประสงค์ของภารกิจย่อย และ มีการจับเวลาแข่งขันรายการย่อย ของการใช้เซนเซอร์ และ หุ่นยนต์ตัวใดสามารถ ทำเวลาได้เร็วกว่า จะเป็นผู้ชนะ การแข่งขันย่อย จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น มีการท้าทายเกิดขึ้นระหว่างการดำเนินกิจกรรม นักเรียนจะมีความพยายามดัดแปลงหุ่นยนต์ สังเกต เปลี่ยนค่าตัวเลข ดัดแปลงชิ้นส่วนให้เบาลง หรือหาเทคนิคเพิ่มเติม และมีการสนทนากลุ่มปรึกษาแลกเปลี่ยนร่วมกัน จนได้หุ่นยนต์ในแบบที่เหมาะสำหรับสถานการณ์ มีการกำหนดสถานการณ์ เช่นการ เจอกำแพง หุ่นยนต์จะสามารถ หยุด ในระยะที่กำหนด หรือ เลี้ยวไปยังทิศทางที่กำหนดตามเงื่อนไขที่วางไว้ ในการดำเนินการ มีกลุ่มที่ทำเร็วทำช้า บางโจทย์ ใช้เวลาตัดสิน จึงเป็นลักษณะการแข่งขันด้วยการจับเวลาในบางการแข่งขัน ในเนื้อหา โดยเริ่มจากการเขียนแผนภาพ จากในบทเรียน เป็นขั้นตอนการดำเนินการเขียนโปรแกรม โดยขั้นตอนนี้ เป็นหนึ่งในขั้นตอนการคิดเชิงนามธรรม โดยให้นักเรียน สังเกต สนาม ว่า หุ่นยนต์จะต้อง เลี้ยวอย่างไรบ้าง ผ่านจุดตัดกี่จุด และ แต่ละจุดตัดต้องเลี้ยวไปยังทิศทางใดบ้าง จึงนำมาสู่การเขียนวางแผน เพื่อสร้าง แผนภาพจำลอง การเขียนโปรแกรม โดยนักเรียน ต้องให้นักเรียน เขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นก่อน การชนของให้ล้ม โดย ใช้เทคนิค การชน ซึ่ง ใช้การเดินหน้าและถอยหลังอย่างรวดเร็ว ได้จากการ กำหนดความเร็วของมอเตอร์ หรือ นักเรียนบางกลุ่ม สามารถดัดแปลงหุ่นยนต์ให้มีชิ้นส่วนที่เหมาะสมสำหรับ การทำให้กล่องล้มเพื่อให้ได้คะแนนเพิ่ม

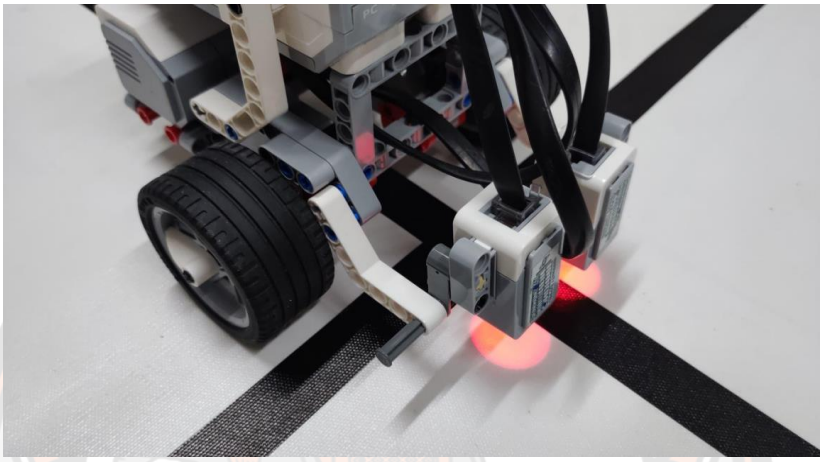


ภาพ 9 สนามการแข่งขันย่อย

4. มีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรคเปิดอิสระให้ใช้ชิ้นส่วนอื่น ๆ ในการดัดแปลง สร้างกลไกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ สร้างแขนจับ หรืออุปกรณ์สำหรับชนวัตถุเพื่อเพิ่มความสามารถให้แก่หุ่นยนต์ เช่น อนุญาตให้ ดัดแปลงหุ่นยนต์ที่ มีรูปร่างต่างออกไปจากเดิม พบว่านักเรียนมีความตั้งใจและ กระตือรือร้น ในการปฏิบัติการตลอดเวลา นักเรียนได้จับ สัมผัสชิ้นส่วน นักเรียนสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ ผลงาน การประกอบ กลไกต่าง ๆ ชิ้นงานใหม่ ด้วยความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ ในการดำเนินการแข่งขัน ภารกิจย่อยนักเรียนสามารถ เรียนรู้ได้ เทคนิควิธีการกับเพื่อน ๆ เปิดโอกาสสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ในระหว่างกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน มีการแลกเปลี่ยนเทคนิคการใช้งานหุ่นยนต์ และ การร่วมสังเกต ระหว่างแต่ละกลุ่ม

5. จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการแข่งขันย่อย มีการใช้กระบวนการคิดที่สอดคล้องกับทักษะการคิดเชิงคำนวณอยู่ในหลายด้าน โดยนักเรียนจะเริ่มต้นจากการสังเกต สนาม ว่า หุ่นยนต์จะต้อง เลี้ยวอย่างไรบ้าง ผ่านจุดตัดกี่จุด และ แต่ละจุดตัดต้องเลี้ยวไปยังทิศทางใดบ้าง มีการวางรูปแบบที่คล้ายกัน (Pattern Recognition) จึงนำมาสู่การเขียนวางแผน เพื่อสร้าง แผนภาพจำลอง (Abstraction) นำไปสู่การดำเนินการเขียนโปรแกรม (Algorithm) โดยในเนื้อหา โดยจะมีการสอนการเขียนแผนภาพที่จำลองคำสั่ง คล้ายกับผังงาน จากในบทเรียน เป็นขั้นตอนการดำเนินการเขียนโปรแกรม ในระดับความยากต่อมา ต้องให้นักเรียน เขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นก่อน

มีการใช้ฟังก์ชันเพื่อให้ได้เทคนิคการระบุตำแหน่งในการเดินตามเส้น แล้ว เจอเส้นสีดำคาด แล้วหยุด จากนั้น นักเรียนสามารถนับเส้นตัด ในแต่ละตำแหน่งของสนามเพื่อกำหนดทิศทางการเดินที่มีความแม่นยำมากยิ่งข้น จากนั้น มีการชวนให้นักเรียนคิดว่า จะข้ามจุดตัดไปได้อย่างไร (โดยการสั่งให้ล้อหมุนครึ่งรอบเพื่อข้ามเส้น)



ภาพ 10 เทคนิคการเดินตามเส้นตัด

การชนของให้ล้ม โดย ใช้เทคนิค การชน ซึ่ง ใช้การเดินหน้า และถอยหลังอย่างรวดเร็ว ได้จากการ กำหนดความเร็วของมอเตอร์ หรือ นักเรียนบางกลุ่ม สามารถ ดัดแปลงหุ่นยนต์ให้มีชิ้นส่วนที่เหมาะสมสำหรับ การทำให้กล่องล้ม

ภาพ 11 เทคนิคการชนของหุ่นยนต์ในการดำเนินภารกิจ

ระหว่างการดำเนินการจัดกิจกรรม นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเก็บข้อมูลมีการบันทึกภาพ ด้วยเครื่องบันทึก จากโทรศัพท์มือถือ แล้วนักเรียน ใช้การสังเกต ใช้การวิเคราะห์มีสถานการณ์ อุปสรรค โดยมีการคิดเป็นคะแนน โดย ดัดแปลง มาจากกติกาการแข่งขันจากเวทีแข่งขันหุ่นยนต์ในรายการแข่งขันต่าง ๆ จากนั้นใช้การสังเกตเพื่อบันทึกภาพวิดิโอ เพื่อนำภาพมา

ช่วยกันวิเคราะห์ นักเรียนบางกลุ่ม ทำวิธีการชนกล่องเป้าหมายด้วยคำสั่ง ชนกล่อง โดยเทคนิคพิเศษ โดยการเดินหน้า และ ถอยหลังอย่างเร็ว ด้วยการกำหนดความเร็วมอเตอร์

และนักเรียนบางกลุ่ม สามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ ให้หุ่นยนต์ เพิ่มความสามารถมากขึ้น ที่ได้จากการประกอบชิ้นส่วน ที่สามารถชนกล่องได้ดีขึ้นโดยไม่ต้องดัดแปลงการเขียนโปรแกรม จะแสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถใช้เทคนิคต่าง ๆ และความสร้างสรรค์ เพื่อดัดแปลงหุ่นยนต์ได้ทั้ง ซอฟต์แวร์ และ ฮาร์ดแวร์ ในขณะแข่งขันในแต่ละกลุ่ม มีการสังเกต หุ่นยนต์ ของกลุ่มอื่น ๆ เพื่อ นำเทคนิคจากกลุ่มที่ง่ายกว่ามาดัดแปลง เพิ่มประสิทธิภาพหุ่นยนต์ของกลุ่มตนเอง มีการแลกเปลี่ยนระหว่างกัน

การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ มีการกำหนดการคละความสามรรถในการจัดกลุ่ม ซึ่ง แต่ละกลุ่ม จะอยู่ด้วยกันจนนบกิจกรรม แต่ละกลุ่มจะมีการแบ่งภาระหน้าที่ เช่นการประกอบชิ้นส่วน การแยกชิ้นส่วนแต่ละประเภทและค้นหาชิ้นส่วน รวมไปถึงสมาชิกที่มีหน้าที่การเขียนโปรแกรม มีการแข่งขันเวลา ในกรณีที่หุ่นยนต์ทำภารกิจ สามรถทำคะแนน เท่ากัน จะใช้เวลาตัดสินว่า กลุ่มใด เร็วกว่ากัน มีการเปิดโอกาสให้นักเรียน ได้แก้ตัว โดยมีการบันทึก สถิติ ในแต่ละรอบการแข่งขันของแต่ละกลุ่ม เน้นให้นักเรียน หาวิธีในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์จริงซึ่งการเรียนรู้แบบโครงงาน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ผลที่ได้จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนในบางส่วนเกิดความสนใจในการใช้เทคนิค วิธีการที่ได้ และทักษะการคิดเชิงคำนวณ มาต่อยอด เป็น โครงงานวิทยาศาสตร์ ที่สามารถเข้าร่วมประกวดในรายการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับชาติ และ นานาชาติได้ดังต่อไปนี้

ด้านโครงงานวิทยาศาสตร์

ชนะการประกวดโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย การแข่งขันโครงงานกระทรวงวิทยาศาสตร์ปี 2562 ผลงานเครื่องบินสำรวจไฟป่าที่เป็นต้นเหตุของปัญหาหมอกควันในจังหวัดพะเยา

ภาพ 12 เข้าร่วมประกวดการแข่งขันโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย

ที่มา: หนังสือพิมพ์ ฐานเศรษฐกิจ ออนไลน์

ได้รับรางวัลเหรียญทองแดง การนำเสนอโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11 ผลงานหุ่นยนต์สำหรับการทดลองในพื้นที่เสี่ยงอันตราย ปี 2562

ภาพ 13 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

เข้าร่วม การนำเสนอโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12 ผลงาน หุ่นยนต์สำหรับขนส่งเวชภัณฑ์ทางการแพทย์ จากสถานการณ์โควิต 19 ปี 2563

ภาพ 14 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ด้านการเข้าร่วมการแข่งขัน หุ่นยนต์ระดับนานาชาติ

ได้รับรางวัล 2 เหรียญทอง จากรายการแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2021) ปี 2563 จากเมืองแทจอนประเทศเกาหลีใต้

ภาพ 15 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบฯ

ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หัวข้อความพึงพอใจต่อรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{X}$	S.D.	ผล
1. ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้	4.36	0.71	มาก
2. ความพร้อมด้านเครื่องมือและอุปกรณ์เสริมในการเรียนรู้	4.57	0.64	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมด้านระยะเวลาในการจัดกิจกรรม	3.94	0.94	ปานกลาง
4. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ	4.56	0.82	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา	4.44	0.82	มาก
6. ผู้สอนมีความสมรู้และประสบการณ์ในเนื้อหา สามารถแก้ปัญหาและตอบข้อสงสัยได้	4.56	0.88	มากที่สุด
7. ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้อธิบายและยกตัวอย่างให้เข้าใจง่าย	4.07	1.23	มาก
8. ผู้เรียนได้ความรู้และประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมครั้งนี้	4.55	1.00	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปต่อยอดได้	4.05	1.08	มาก
10. กิจกรรมการเรียนรู้สนุก น่าสนใจ	4.24	0.98	มาก
11. ทำให้เกิดทักษะนำสาขาวิชาที่เกี่ยวเนื่องกับสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหาในด้านการทำโครงงานต่อไป	5	0.85	มากที่สุด
12. อาคาสถานที่สะดวกต่อการจัดกิจกรรม	4.56	0.86	มากที่สุด
13. จำนวนหุ่นยนต์เพียงพอต่อการฝึกทักษะของนักเรียน	4.10	0.92	มาก
14. การลงมือปฏิบัติโดยใช้หุ่นยนต์ให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น	4.51	0.93	มาก
เฉลี่ย	4.39	0.90	มาก

จากตาราง 7 พบว่า ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ค่าเฉลี่ยรวมต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.39; S.D.=0.90) ผลการประเมินในหัวข้อ การทำให้เกิดทักษะนำสาขาวิชาที่เกี่ยวเนื่องกับสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาแก้ปัญหาในด้านการทำโครงงานต่อไปอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=5; S.D.=0.85) และ ความพร้อมด้านเครื่องมือและอุปกรณ์เสริมในการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.57; S.D.=0.64)

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีวัตถุประสงค์ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นนยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

สมมติฐานของการวิจัย

ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่าก่อนเรียน

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นนยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยหลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหาการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ โดยกระบวนการสำคัญของความเหมาะสม ซึ่งได้ผ่านการรับรองรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ โดยมี ความเหมาะสมโดยภาพรวมอยู่ในระดับ

มากที่สุด ($\overline{X}$=4.64; S.D.=0.40) เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า ทั้งวัตถุประสงค์และเนื้อหา การดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนหลักการ ของรูปแบบมีความเหมาะสมในระดับมาก

2. การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังเรียนจากการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.00 และหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.36 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบพบว่า การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐาน

2.2 ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อบังคับสั่งการหุ่นยนต์ได้ นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจจากการแก้ปัญหาโจทย์ที่ท้าทาย โดยครูผู้สอนใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนแบบแข่งขัน เพื่อให้เกิดความสนุกโดยเริ่มจากโจทย์ระดับง่าย ไปสู่ระดับยาก

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากการใช้รูปแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบ โดยมีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.39 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ คือหลักการจัดการเรียนรู้ที่ใช้หุ่นยนต์มี 4 ขั้นตอนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมโดยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน 3) เนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ตามรูปแบบประกอบไปด้วย 7 เรื่องดังนี้ 1 เปิดกล้องลองประกอบชิ้นส่วน 2 ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อ 3 ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์ 4 เริ่มเขียนโปรแกรม 5 หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร 6 การวางแผนการเดินตามเส้นตัดของสนามและ 7 การทดลองจากสถานการณ์จริง 4) กระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอน

การเรียนรู้แบบโครงงาน 4 ขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการนำเสนอโครงงานหุ่นยนต์ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผนการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ ขั้นตอนที่ 3 การปฏิบัติจากสถานการณ์จริงและขั้นตอนที่ 4 ประเมินผลและทบทวน 5) การวัดและประเมินผลของรูปแบบประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณและความพึงพอใจต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

หลักการของรูปแบบ เป็นกรอบความคิดสำคัญในการยกร่างรูปแบบประกอบไปด้วยกรอบความคิดการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน,การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณซึ่งหลักการสำคัญเหล่านี้จะนำไปสู่การกำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบที่วางแนวทางของรูปแบบให้มีทิศทางที่ชัดเจนที่จะพัฒนาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายซึ่งในการพัฒนารูปแบบครั้งนี้ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบไว้คือเพื่อออกแบบกิจกรรมจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

เนื้อหาเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้เน้นกรอบแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับระดับของผู้เรียน เนื้อหาจะเป็นตัวกำหนดประสบการณ์การเรียนรู้ที่จัดให้ผู้เรียนอย่างเหมาะสมทั้งในและนอกห้องเรียนกำหนดวิธีการจัดมวลประสบการณ์วิธีเรียนการถ่ายทอดเนื้อหากิจกรรมสื่อและยังเป็นตัวกำหนดเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการเรียนโดยรูปแบบ เนื้อหา 7 เรื่อง ได้แก่ 1) เปิดกล่องลองประกอบชิ้นส่วน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เข้าใจถึงองค์ประกอบหุ่นยนต์ 2) ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อเป็นการประกอบหุ่นยนต์ตามคู่มือเพื่อปูพื้นฐานการเข้าใจองค์ประกอบของหุ่นยนต์พื้นฐาน 3) ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบการทำงานการอ่านค่าจากอุปกรณ์ input และ output การหมุนของล้อรอบล้อเซ็นเซอร์แสงความสว่างของแสงการวัดสี Sensor จับระยะทางเซนเซอร์จับทิศทาง 4) เริ่มเขียนโปรแกรมได้แก่การติดตั้งโปรแกรมเพื่อเป็นจุดคำสั่งบนแพลตฟอร์มต่างๆเช่น Windows, Mac, iPad, Android 5) หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไรเป็นการเขียนโปรแกรมที่มีความยากขึ้นในอีกระดับโดยใช้เงื่อนไขการตัดสินใจเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาด้วยเซ็นเซอร์แสง 1 ตัว และเซ็นเซอร์แสง 2 ตัว โดยให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นตามทิศทางที่ต้องการ 6) การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์เป็นการกำหนดเส้นตัดเพื่อให้หยุดเดินของหุ่นยนต์เดินตามเส้นและเป็นการนำจุดตัดเป็นตัวกำหนดการเลี้ยวและตำแหน่งของสนามทำให้นักเรียนเกิดการวางแผนในการกำหนดทิศทางของหุ่นยนต์ไปยังตำแหน่งต่างๆในสนามเพื่อทำภารกิจต่อไป 7) การเรียนรู้จากสถานการณ์จริงเป็นการกำหนดภารกิจการแข่งขันย่อยที่ทำให้นักเรียนมีการทำงานเป็นทีมเป็นภารกิจที่ใช้ความสามารถทางด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณในทุกกระบวนการกระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบโดยมีขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอ ประกอบไปด้วยการศึกษาชิ้นส่วนฟันเฟืองชิ้นส่วนล้อโครงสร้างหุ่นยนต์ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาชิ้นส่วนต่างๆ เช่นจุดยึดการจัดการชิ้นส่วนการจำแนก

ประเภทชิ้นส่วนหุ่นยนต์การตรวจสอบจำนวนและขนาดของชิ้นส่วนการตรวจสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ และมีคู่มือในการจัดการชิ้นส่วนการวัดขนาดชิ้นส่วนการจำแนกหมวดหมู่การเก็บชิ้นส่วนเพื่อฝึกให้นักเรียนมีการคิดการจัดการเป็นระบบเกี่ยวกับ การวัดความยาวของแกนเสียบความยาวของแท่งโครงสร้างแบบเจาะรูที่มีขนาดต่างๆ เทคนิคการงัดชิ้นส่วนอย่างไรไม่ให้ความการเสียหาย หลังจากนักเรียนรู้องค์ประกอบชิ้นส่วนต่างๆของหุ่นยนต์นักเรียนจะได้ดำเนินการในขั้นที่ ขั้นที่2 การประกอบ หุ่นยนต์พื้นฐานแบบสองล้อนักเรียนต้องเรียนรู้ทดลองประกอบหุ่นยนต์ตามคู่มือการ ประกอบล้อ การประกอบโครงสร้าง ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ลักษณะการประกอบโครงสร้างที่แข็งแรงไม่บิดเบี้ยว การ ใช้จุดเชื่อมจุดยึดแบบ 1 ข้อต่อ 2 ข้อต่อ เพื่อให้ได้หุ่นยนต์พื้นฐานแบบ 2 ล้อในการดำเนินการทำภารกิจแบบเบื้องต้น จากนั้นมีการทดสอบการเดินของหุ่นยนต์แบบเบื้องต้นโดยการเขียนโปรแกรมจากกล่องควบคุมโดยตรงโดยไม่ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์หรือ iPad เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการประกอบ และองค์ประกอบโดยรวมของหุ่นยนต์พื้นฐานที่สามารถทำภารกิจได้ ขั้นที่3 ตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจการทำงานเบื้องต้นของกล่องควบคุมการเชื่อมประสานกับเซ็นเซอร์ส่วน input เช่นเซ็นเซอร์แสง อินฟราเรดเซ็นเซอร์อัลตราโซนิค เซนเซอร์วัดความสว่างของแสง เซ็นเซอร์ทิศทาง เพื่อส่งค่าที่รับไปประมวลผลในกล่องควบคุมส่งไปยัง Output เช่น มอเตอร์ขนาดเล็กและมอเตอร์ขนาดใหญ่ จากนั้นนักเรียนจะได้เรียนรู้ใน ขั้นที่ 4 การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสั่งการโดยใช้รูปแบบบล็อก คำสั่งฟังก์ชัน คำสั่งวนลูป คำสั่งอ่านค่า เซ็นเซอร์ การคำนวณค่า เปรียบเทียบ ประมวลผลเพื่อควบคุมให้หุ่นยนต์ทำงานตามกำหนด หลังผู้เรียนจะได้ฝึกการเขียนโปรแกรมระดับที่ยากขึ้นไป ขั้นที่ 5 การเขียนโปรแกรมให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นดำด้วยการใช้ เซ็นเซอร์แสงทั้งเซ็นเซอร์แสงแบบตัวเดียว และ เซ็นเซอร์แสงสองตัว โดยนักเรียนต้องวิเคราะห์เงื่อนไขจากโจทย์ที่ครูออกแบบ ขั้นที่ 6 การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยผู้เรียนจะได้นำโจทย์ปัญหามาวิเคราะห์วางแผนการเดินของหุ่นยนต์ตามเส้นตัดจากสนามการแข่งขันจำลองเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกวางแผนในการนับเส้นตัดของหุ่นยนต์โดยให้นักเรียนศึกษาจากสนาม จากนั้นให้วางแนวทางการเดินโดยใช้การออกแบบผังงานซึ่งเป็นกระบวนการคิดเชิงนามธรรมที่เป็นขั้นตอนเพื่อนำไปเขียนเป็นชุดคำสั่งให้หุ่นยนต์ดำเนินการตามภารกิจที่วางแผนด้วยผังงานได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนได้รับการฝึกการแก้ปัญหาไปสู่การคิดเชิงนามธรรมและสร้างเป็นขั้นตอนวิธีได้อย่างคล่องแคล่ว นักเรียนจะได้รับโจทย์ปัญหาเพื่อการแข่งขันตามภารกิจโดยมีการกำหนดกติกาและเงื่อนไขนักเรียนจะต้องนำกระบวนการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ขั้นตอนมาเป็นเทคนิคเพื่อนำไปพิชิตปัญหาในการแข่งขันรายการย่อยซึ่งเป็นโจทย์ที่รวมเทคนิค ต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้อย่างรอบด้านจากสนามแข่งขันหุ่นยนต์จำลองการแข่งขันจริง การวัดและประเมินผลนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ จากการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์จริง

นักเรียนเกิดการสังเกตการทดลองซ้ำการวางแผนออกแบบด้วยผังงานที่นำไปสู่การเขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ จากการใช้หุ่นยนต์กับสนามทดลองและโจทย์กติกาแข่งขันย่อยในแต่ละบทเรียนช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละด้านด้วยการทดลองซ้ำ มีความเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆตามสถานการณ์จริง ทำให้เกิดการบูรณาการทางความคิดของนักเรียน เป็นการบูรณาการในสาขาที่เกี่ยวกับ STEM อย่างครบถ้วน

ผลการใช้รูปแบบมีผลการประเมินผลงานผ่านเกณฑ์ในด้านของ 1) การเขียนขั้นตอนวิธี 2) การคิดเชิงนามธรรม 3) การเขียนคำสั่งวนซ้ำ 4) การจัดการข้อมูล 5) การคิดเชิงระบบ 6) การจัดการปัญหา 7) การตรวจสอบข้อผิดพลาด 8) การออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการแข่งขันย่อยในแต่ละรายการมีการตรวจผลงานของหุ่นยนต์ในด้านความสามารถตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้มาจากการสังเคราะห์งานวิจัยของแต่ละคนที่ส่วนมากใช้การวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์มาได้ 8 ด้านนักเรียนสามารถดำเนินการสร้างหุ่นยนต์และดำเนินการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการให้หุ่นยนต์ดำเนินตามภารกิจ ผ่านเกณฑ์โดยมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มจากการตรวจผลงานเท่ากับ 91.5% ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีการใช้ทักษะในแต่ละด้านจากการปฏิบัติทดลองจริงมี มีการนำหุ่นยนต์ไปทดสอบหาข้อผิดพลาดและเกิดการทดลองซ้ำทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเป็นอย่างดีในแต่ละด้านงานผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ในทุกกลุ่มสอดคล้องกับ สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ์ (2556)

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความคิดเห็นด้าน ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์เสริมในการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดอย่างเป็นระบบ การเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์ต้องจัดให้นักเรียนมีการศึกษาจากของจริง ผู้สอนมีความรู้และประสบการณ์ในเนื้อหาสามารถแก้ปัญหาและตอบข้อสงสัยได้ เพราะรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนการฝึกฝนผู้เรียนคิดวิเคราะห์ปัญหาและจดบันทึกนำไปเขียนเป็นผังงานและนำมาเขียนเป็นโปรแกรมทำให้ผู้เรียนถูกฝึกการคิดเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของทักษะการคิดเชิงคำนวณ ผู้เรียนเกิดความรู้และประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมในครั้งนี้ ด้านอาคารสถานที่สะดวกต่อการจัดกิจกรรมได้คะแนนประเมินในระดับมากที่สุดเนื่องจากความพร้อมในด้านอุปกรณ์มีความพร้อมทั้งด้านจำนวนของหุ่นยนต์อาคารสถานที่และกระบวนการสอนที่มีความเข้าใจจากระดับง่ายไปสู่ระดับยาก นักเรียนได้สร้างหุ่นยนต์เกิดความภูมิใจในการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่ผู้สอนได้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดสังเกตและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นตรงหน้า กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา ผู้สอนถ่ายทอดความรู้อธิบายและยกตัวอย่างได้เข้าใจง่าย ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปต่อยอดได้ กิจกรรมการเรียนรู้สนุกน่าสนใจ เนื่องจากมีการแข่งขันย่อย ทำให้นักเรียนเกิดความรู้สึกอยากเอาชนะ และจากการแข่งขันย่อยเกิดการทดลองซ้ำ และ กระตุ้นให้ผู้เรียน ทดลองซ้ำอย่างตั้งใจ จำนวนหุ่นยนต์เพียงพอต่อการฝึกทักษะของนักเรียน การลงมือปฏิบัติ

โดยใช้หุ่นยนต์ให้เกิดการเรียนรู้ที่ง่ายขึ้น อยู่ในระดับมากเนื่องจาก การสอนแบบโครงงานร่วมกับบทเรียนส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มุ่นเน้นให้นักเรียน วิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนย่อยปัญหาให้จัดการง่ายขึ้น มุ่งเน้นให้นักเรียนจดบันทึกปัญหา นำไปสู่การเขียนผังงาน และดำเนินการสร้างขั้นตอนวิธีเพื่อนำไปเขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ อย่างเป็นระบบ จำนวนหุ่นยนต์ที่เพียงพอทั่วถึงต่อการทดลองแบบทีมแต่มีเวลาที่จำกัดในแต่ละส่วน ในบางกิจกรรมนักเรียนอาจมีระยะเวลาที่ไม่เพียงพอในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเข้าใจ จากแบบสำรวจ ความพึงพอใจหัวข้อที่ได้ในระดับปานกลางคือความเหมาะสมด้านระยะเวลาในการจัดกิจกรรมนักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมทำให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะศึกษาเพิ่มเติมนอกจากชั่วโมงเวลาเรียน

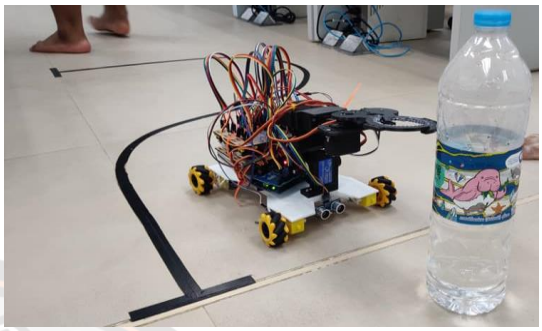
การส่งผลงานเข้าร่วมประกวดโครงงาน

ชนะการประกวดโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย การแข่งขันโครงงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ ปี 2562 ผลงานเครื่องบินสำรวจไฟป่าที่เป็นต้นเหตุของปัญหาหมอกควันในจังหวัดพะเยา

ภาพ 16 เข้าร่วมประกวดการแข่งขันโครงงาน เข้ารอบ 4 ทีมสุดท้าย

ที่มา: หนังสือพิมพ์ ฐานเศรษฐกิจ ออนไลน์

ได้รับรางวัลเหรียญทองแดง การนำเสนอโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11 ผลงาน หุ่นยนต์สำหรับการทดลองในพื้นที่เสี่ยงอันตราย ปี 2562



ภาพ 17 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 11

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

เข้าร่วม การนำเสนอโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12 ผลงาน หุ่นยนต์สำหรับขนส่งเวชภัณฑ์ทางการแพทย์ จากสถานการณ์โควิต 19 ปี 2563 ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ภาพ 18 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12

ได้รับรางวัลเหรียญทองแดง การนำเสนอโครงงาน scius forums ครั้งที่ 13 ผลงานหุ่นยนต์รับส่งสินค้าอัตโนมัติ ปี 2566 ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ภาพ 19 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12

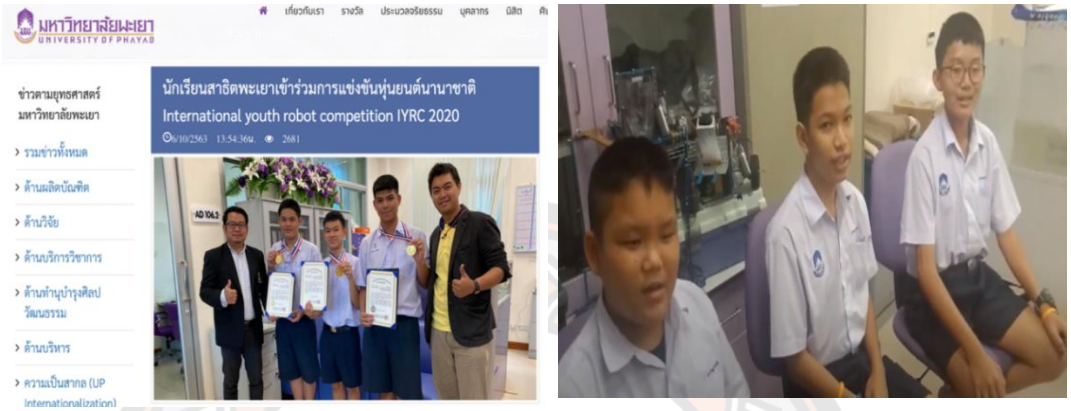
ได้รับรางวัลเหรียญทองรายการ Maker robotics challenge(MRC) 2023 ปี 2566

ภาพ 20 ได้รับเหรียญทองแดง การประกวดโครงงาน scius forums ครั้งที่ 12

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

การส่งผลงานเข้าร่วมการแข่งขัน ในระดับนานาชาติ

ได้รับรางวัล 3 เหรียญทอง และ 3 เหรียญทองแดง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563 จากเมืองแทจอน ประเทศเกาหลีใต้



ภาพ 21 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ได้รับรางวัล 2 เหรียญทอง จากรายการแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2021) ปี 2564 จากเมืองแทจอนประเทศเกาหลีใต้

ภาพ 22 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563

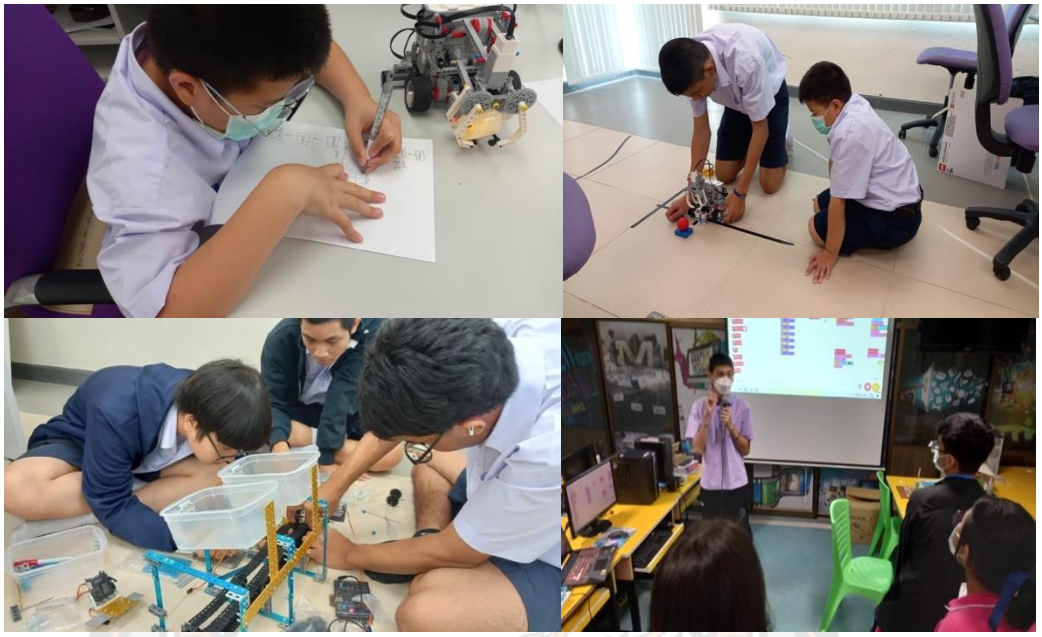
ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ได้รับรางวัล 10 เหรียญทอง 7 เหรียญทองแดงจากรายการแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2022) ปี 2565 จากเมืองแทจอนประเทศเกาหลีใต้

ภาพ 23 ได้รับเหรียญทอง การแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนนานาชาติ International Youth Robot Competition (IYRC 2020) ปี 2563

ที่มา: เพจประชาสัมพันธ์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในครั้งนี้ นักเรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณที่ได้จากการฝึกฝนมาใช้เป็นเทคนิคในวางแผนจัดการแก้ปัญหาในระหว่างการแข่งขันหุ่นยนต์ในรายการต่าง ๆ ทั้ง ระดับชาติ และ ระดับนานาชาติ รวมไปถึงการได้รับรางวัลการประกวดโครงงานระดับชาติและนานาชาติ ทั้งนี้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในไชยชนะและรางวัลที่ได้ เป็นแรงบันดาลใจให้แก่นักเรียนรุ่นน้อง ส่งต่อความรู้ผ่านชมรมหุ่นยนต์



ภาพ 24 การถ่ายทอดเทคนิคจากรุ่นพี่สู่รุ่นน้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การออแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนเพื่อฝึกผู้เรียนคิดเชิงคำนวณจากการเริ่มจากง่ายไปสู่ยาก

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานควรจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

3. การส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณต้องจัดสถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนคิดแก้ไขปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีการทบทวนและแบ่งปันประสบการณ์ร่วมกันช่วยส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

5. การจัดการเรียนรู้เชิงบูรณาการความรู้เชื่อมโยงความรู้เก่าสู่ความรู้ใหม่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ

6. ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบไปใช้ เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดอบรม และการเตรียมฝึกซ้อมการแข่งขันหุ่นยนต์ และ สามารถใช้ได้ทั้งเนื้อหาการสอนที่เสริมความเข้าใจในเนื้อหา

7. ในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงาน ควรจัดการนำเสนอแบบท้าทายให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนการทำงาน

8. ข้อเสนอแนะในการใช้โครงงานหุ่นยนต์ สามารถนำรูปแบบกิจกรรมจัดการเรียนรู้ไปเสริมพื้นฐานเพื่อรู้จักวิธีการใช้หุ่นยนต์ และสามารถ ทำให้หุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3 ใช้เป็นต้นแบบโครงงานวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ได้ก่อนที่จะนำต้นแบบมาใช้พัฒนาโครงงานจริง

ข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยโครงงานหุ่นยนต์ไปศึกษาตัวแปรด้านอื่นๆ เช่น ความคิดสร้างสรรค์
2. ควรมีการวิจัยเชิงบูณาการโครงงานหุ่นยนต์ในลักษณะการสอนแบบ STEM

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลฉัตร กล่อมอิ่ม. (2560). *การจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐานรายวิชาการออกแบบและพัฒนาหลักสูตรสำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.* เพชรบูรณ์: มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พศ. 2560-2579.* สืบค้น 20 ตุลาคม 2559 จาก http://backoffice.onec.go.th/uploaded/Outstand/2017-EdPlan60-79.pdf

กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย, และสุรพล บุญลือ. (2558, 22-23 มกราคม) การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ด้วยแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้แบบเปิด โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในหลักสูตรการสร้างสื่อดิจิตอลคอนเทนต์. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติ โสตฯ – เทคโนฯ สัมพันธ์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

กฤษณพงศ์ กีรติกร. (2558). *อุดมศึกษาไทย เวทีไทยเวทีโลก* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สถาบันคลังสมองของชาติ สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ

กฤษฎา ใจเย็น, วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2558). *เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเพื่อพัฒนาโครงงานด้วยโปรแกรมภาษา C/C++ กับ Arduino และ POP-XT*. กรุงเทพฯ: อินโนเวตีฟ เอ็กเพอร์ริเมน.

ชนาธิป พรกุล. (2554). *การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เชษฐ์ ศิริสวัสดิ์. (2555). การพัฒนาชุดสื่อสำหรับออกแบบสร้างหุ่นยนต์เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแบบบูรณาการตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา. *วารสารศึกษาศาสตร์, 23*(1), 144-159.

ณฐภัทร ติณเวส, และฐาปนีย์ ธรรมเมธา. (2559). การศึกษารูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 9*(3), 1463-1470.

ดารารัตน์ มากมีทรัพย์. (2553). *การศึกษาผลการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการเรียนแบบผสมผสานโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา วิชาการเลือกและการใช้สื่อการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ทิศนา แขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด.* กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุป แมเนจเมนท์.

ทิศนา แขมมณี. (2555). ทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ สร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ: การบูรณาการในการจัดการเรียนรู้ .*The Journal of the Royal institute of Thailand*, *36*(2), 188-204.

ทิศนา แขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทิดศักดิ์ ผลจันทร์, และไพฑูรย์ ช่วงฉ่ำ. (2555). ผลการจัดการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลงในการพัฒนาคุณลักษณะชีวิตนิสิตแพทย์. *พุทธชินราชเวชสาร, 31*(3), 396-411.

ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง. *วารสารสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 46*(1), 218-253.

น้ำมนต์ เรืองฤทธิ์. (2558). สภาพและความต้องการแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ออนไลน์ในระบบเปิดสำหรับมหาชน “ด้านครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์”. *Veridian E-Journal, Silpakorn University, 8*(2), 124-140.

นิยม กิมานุวัฒน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.

นุรไอนี ดือรามะ. (2559). *ผลของการจัดการเรียรู้แบบโครงงานร่วมกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่* 4 (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ปณิตา วรรณพิรุณ. (2551). *การพัฒนารูปแบบการเรียนบนเว็บแบบผสมผสานโดยใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนิสิตปริญญาบัณฑิต* (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ประคอง กรรณสูต. (2542). *สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). *การพัฒนาการคิด.* กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

ปัญญาพนธ์ พูลสวัสดิ์. (2556). *เกมบนโปรแกรมเชิงจินตภาพ และแนวคิดเชิงคำนวณอย่างเป็นระบบ วิทยาลัยครีเอทีฟดีไซน์ แอนด์ เอนเตอร์เทนเมนต์ เทคโนโลยี.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปาริชาติ เภสัชชา. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานหุ่นยนต์โดยใช้โปรแกรมแบบมัลติพอยท์. ใน *การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์, พเยาว์ ยินดีสุข, และราเชน มีศรี. (2551). *การสอนคิดด้วยโครงงาน: การเรียนการสอนแบบบูรณาการ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญพิศุทธิ์ เนคมานุรักษ์. (2537). *การพัฒนารูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณสำหรับนักศึกษาครู.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทราวดี มากมี. (2554). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 5*(1), 7-14.

ภิเศก ลุมภิกานนท์, และวณิชา ชื่นกองแก้ว (2558). *เรียนรู้สู่สุขภาวะ.* นนทบุรี: มูลนิธิเพื่อการพัฒนาบุคลากรสุขภาพ.

รัชนี เกษศิริ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน วิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศึกษานารีวิทยาวารสาร. *Veridian E-Journal มนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ, 10*(2), 2323-2340.

ราตรี เสนาป่า. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่มีต่อทักษะการเรียนรู้ขั้นพื้นฐานในศตวรรษที่ 21 รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16.* พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

รุสดา จะปะเกีย. (2558). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วงเดือน จ๋ายอุ่น. (2553). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จังหวัดสมุทรปราการ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง. (2558). *จากโลกสู่ไทย ทิศทางใหม่ของการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2558, จาก http: // thaipublica.org / 2015 / 03 /education-for-the-future_1

วรรณี แกมเกตุ. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วาสนา ภูมี. (2555). *ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based Learning) เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละที่มีต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิจารณ์ พาณิช. (2554). *วิถีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในตวรรษที่ 21*. สืบค้น 20 ตุลาคม 2558, จาก http://www.noppawan.sskru.ac.th/data/learn_c21.pdf

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2556, 3-5 เมษายน). กระบวนการเรียนรู้แบบ Teach Less Learn More. ใน *เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบเพื่อพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อจัดการศึกษาแบบบูรณาการภายใต้กระบวนการเรียนรู้จิตบริการด้วยหัวใจความเป็นมนุษย์.* กาญจนบุรี: รอยัลริเวอร์แคว รีสอร์ทแอนด์สปา.

ศศิโสภิต แพงศรี. (2561). การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน: การประยุกต์สู่การปฏิบัติในการจัดการศึกษาพยาบาล. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี, 29*(1), 215-222.

ศศิธร ชูแก้ว. (2560). *การพัฒนารูปแบบการสอนแบบบูรณาการโดยใช้หุ่นยนต์เป็นฐานในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงประมวลผลของผู้เรียนภายใต้แนวทางการจัดการศึกษาแบบ STEM.* (รายงานการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ศันสนีย์ ฉัตรคุปต์, และอุษา ชูชาติ. (2544). *ฝึกสมองให้คิดอย่างมีวิจารณญาณ.* กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภวัฒน์ ทรัพย์เกิด. (2559). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงประมวลผลด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา วิชาการโปรแกรมและการประยุกต์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุกุลนารี* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

สถาบันพระบรมราชชนก. (2556). *คู่มือการดำเนินการเพื่อให้เกิดอัตลักษณ์บัณฑิตสถาบันพระบรมราชชนก สำนักงานปลัดกระทรวง กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2556*. นนทบุรี: ยุทธรินทร์การพิมพ์.

สมสิทธิ์ อัศดรนิธี, และกาญจนา ภูครองนาค. (2555). *การศึกษาวิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง ตามแนวจิตตปัญญาศึกษาเพื่อการบ่มเพาะความซื่อตรง* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559)*. กรุงเทพฯ: พริกหวานการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2559). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)*. สืบค้น 20 สิงหาคม 2558 จาก http://www2.oae.go.th/EVA/download/Plan/SummaryPlan11_thai.pdf

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2552). *การจัดกระบวนการเรียนรู้: เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.* กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุปรีย์ บูรณะกนิษฐ. (2556). *ผลการใช้เทคโนโลยีเสริมศักยภาพที่แตกต่างกันในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาในการโปรแกรมหุ่นยนต์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภางค์ จันทวานิช. (2553). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอื้อมพร หลินเจริญ. (2555). เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 17*(1), 17-39.

Aly, A., & Abdel Hafez, H. S. (2020). Project-Based Learning of Robotics for Engineering Education Improvement. In *2020 3rd International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS)* (pp. 1768-1773). IEEE.

Amri, S., Budiyanto, C. W., Fenyvesi, K., Yuana, R. A., & Widiastuti, I. (2022). Educational Robotics: Evaluating the Role of Computational Thinking in Attaining 21st Century Skills. *Journal of Educational Computing Research, 60*(2), 385-406.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems, 75,* 661-670.

Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalization promotes child learning. *Journal of Educational Robotics, 8*(1), 3-17

Bers, M. U. (2010). The Tangible robotics program: Applied computational thinking for young children. *Journal of Educational Technology & Society, 13*(3), 203-215.

Borg, W. R., & Gall, M. D. (1970). *A microteaching approach to teacher education (The mini course). Far West Laboratory for Educational Research and Development.* N.P.: n.p.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Harvard: Harvard University Press.

Chaudhary, V., Agrawal, V., & Sureka, A. (2016). An experimental study on the learning outcome of teaching elementary level children using Lego Mindstorms EV3 robotics education kit. *Education and Information Technologies, 21*(5), 1305-1321.

Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., & Sureka, A. (2016). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using Lego Robotics education kit. In *2016 IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON),* 1-5. N.P.: n.p.

Chen, G. H. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Journal of Educational Computing Research, 55*(7), 924-947.

Chen, J. (2020). Connecting computational thinking in everyday reasoning and programming for elementary school students. *Computers & Education*, *153,* 103902.

Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Gonçalves, J., Lima, J., & García-Peñalvo, F. J. (2020). Fostering STEAM through challenge-based learning, robotics, and physical devices: A systematic mapping literature review. *Sustainability, 12*(18), 7504.

Constantinou, V. (2018). *Develop computational thinking skills Through Education Robotics*. Andri Ioannou; Published in EC-TEL 2018.

Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *Computers & Education, 185*, 104984.

Development. Grover, S. (2011, April 7-11). Robotics for Middle and Hight School Student to Develop Computational Thinking. In *Annual Meeting of the American Education Research Association New Orleans*. N.P.: n.p.

Dressel, P. L., & Mayhew. (1957). General Education: Explorations in Evaluation. 2n ed. Washington D.C.: American Council on Education.

Ekström, S., & Pareto, L. (2018). The dual role of humanoid robots in education: As didactic tools and social actors. *International Journal of Social Robotics, 10*(3), 371-381.

Ennis, R. H. (1989). Critical Thinking and subject specificity. *Educational Researcher, 18*(3), 4-10.

Felicia, A. (2017). Computational Thinking and Tinkering: Exploration Study of Primary School Students' in Robotic and Graphical Programming. International *Journal of Assessment and Evaluation in Education, 7,* 44-54.

García-Peñalvo, F. J. (2017). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Interactive Learning Environments, 25*(2), 219-234.

García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A., & Caballero-González, M. (2019). Robotics to develop computational thinking in early childhood education. *Journal of New Approaches in Educational Research, 8*(2), 91-98.

Gharebaghi, A., & Shariatmadari, A. (2019). The relationship between learners' autonomy and their academic achievement in English language learning: A systematic review. Educational Research Review, 27, 109-128.

Globalvision. (2015). *Trend Watch: Massive Open Online Courses.* Retrieved *1*8 May 19, 2017 from http://www.globalvision.com.au/archives/1152

Gonzalez, M. (2015, July, 6-8). *COMPUTATIONAL THINKING:DESIGN GUIDELINES AND CONTENT VALIDATION. In Proceedings of EDULEARN15*. Spain: Barcelona.

Gonzalez, M., & Perez-Munoz, A. (2018). Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School. *Education Sciences, 8*(1), 17.

Hambrusch, S. (2012). A unified approach to teach computational thinking for first-year non-CS majors in an introductory course. *Journal of Computing Sciences in Colleges, 27*(6), 139-146.

Hussain, S., Jamwal, P. K., & Munir, M. T. (2022). Computer-Aided Teaching Using SimMechanics and Matlab for Project-Based Learning in a Robotics Course. *IEEE Access, 10,* 12947-12955.

Jawaid, I., Javed, M. Y., Jaffery, M. H., Akram, A., Safder, U., & Hassan, S. (2019). Robotic system education for young children by collaborative-project-based learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 10*(10), 325-332.

Joyce, B. R., & Weil, M. (1996). *Models of teaching* (6th ed.). Allyn and Bacon.

Kite, V., & Park, S. (2022). Preparing Inservice science teachers to bring unplugged computational thinking to their students. *Journal of Science Teacher Education, 33*(1), 31-50.

Koh, K. H. (2014). Early validation of computational thinking pattern analysis. *Journal of Educational Technology Development and Exchange, 7*(1), 1-14.

Koh, K. H. (2015). Real time assessment of computational thinking. *Journal of Educational Technology & Society, 18*(3), 103-116.

Lathifah, A., Budiyanto, C. W., & Yuanac, R. A. (2019). The contribution of robotics education in primary schools: Teaching and learning. *Journal of Physics: Conference Series, 1315*(1),012018.

Loannou, A., & Makridou, E. (2019). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies, 24*(3), 1713-1733.

Lockwood, J. (2017). A pilot study investigating the introduction of a computer-science course at second level focused on computational thinking. *Irish Educational Studies, 36*(2), 183-201.

López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Moreno-Guerrero, A.-J., & Parra-González, M.-E. (2021). Robotics in Education: A Scientific Mapping of the Literature in Web of Science. *Sustainability, 13*(12), 6746.

Montes, N., Rosillo, N., Mora, M. C., & Hilario, L. (2021). A novel real-time MATLAB/Simulink/LEGOEV3 platform for academic use in robotics and computer science. *Sensors, 21*(13), 4291.

Neto, I., Nicolau, H., & Paiva, A. (2021). Community-based robot design for classrooms with mixed visual abilities children. *International Journal of Social Robotics, 13*(3), 799-811.

Norris, S. P., & Ennis, R.H. (1989). *Evaluating critical thinking.* Pacific Grove, CA: Midwest.

Pallejà Cabré, T., Teixidó Cairol, M., Font Calafell, D., Tresanchez Ribes, M., & Palacín Roca, J. (2013). Project-Based Learning Example: Controlling an Educational Robotic Arm with Computer Vision. *IEEE Transactions on Education, 56*(4), 453-459.

Papert, S. (1980). *All about Logo: How it was invented and how it works*. New York: Basic Books.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. N.P.: Basic Books.

Paul, R. W., & Elder, L. (2002). *Critical thinking: Tools for taking charge of your professional and personal life.* New Jersey: Pearson Education.

Popham, J. W., & Baker, E. L. (1970). *Applications of educational measurement.* Holt: Rinehart and Winston.

Robledo-Castro, C., Castillo-Ossa, L. F., & Hederich-Martínez, C. (2023). Effects of a computational thinking intervention program on executive functions in children aged 10 to 11. *Journal of Educational Computing Research, 61*(1), 126-142.

Thomas, M. (2008). *Handbook of Research on Web 2.0 and Second Language Learning.* New York: Hershey

Wang, Y. (2023). The role of computer supported project-based learning in students' computational thinking and engagement in robotics courses. *Thinking Skills and Creativity*, *48*, 101269.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49(*3), 33-35.

Wing, J. M. (2012). *Computational thinking. Keynote presented at the Microsoft Research Asia Faculty Summit 2012*. Retrieved August 30, 2016, from https://www.microsoft.com/en-us/research/wpcontent/uploads/2012/08/Jeannette_Wing.pdf

Yang, W., Ng, D. T. K., & Gao, H. (2021). Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. *Computers & Education, 166*, 104180.

Yudin, A., Vlasov, A., Salmina, M., & Sukhotskiy, V. (2018). Challenging Intensive Project-Based Education: Short-Term Class on Mobile Robotics with Mechatronic Elements. *IEEE Transactions on Education, 61*(4), 259-265.

Zadok, Y. (2020). Project-based learning in robotics meets junior high school. *Journal of Educational Computing Research, 58*(6), 1516-1537.

Zeng, Y. (2023). Computational thinking in early childhood education: Reviewing the literature and redeveloping the three-dimensional framework. *Computers & Education, 175,* 104074.

Zhang, Y., Luo, R., & Yin, Y. (2021). Educational Robots Improve K-12 Students' Computational Thinking and STEM Attitudes: Systematic Review. *Journal of Educational Computing Research, 59*(3), 584–614.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการหาความเหมาะสมของร่างกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการการเรียนการสอนแบบโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรางคณา ระวังยศ	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ประสบการณ์การสอน 20 ปี
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กรีฑา แก้วคง	อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประสบการณ์การสอน 13 ปี
3. รองศาสตราจารย์ ดร. ไวพจน์ งามสอาด	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประสบการณ์การสอน 16 ปี
4. ดร. ศุภชัย วันประโคน	อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ประสบการณ์การสอน 12 ปี
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนา อุดมศรีไพบูลย์	อาจารย์ประจำ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ประสบการณ์การสอน 17 ปี

ภาคผนวก ข คำสั่งแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญในการดำเนินการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ ว ๐๙๙๒ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ไวพจน์ งามสอาด

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายศริทธิ์ พร้อมเทพ** รหัสประจำตัว ๕๘๐๓๐๘๘๗ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายศริทธิ์ พร้อมเทพ
โทร ๐๘-๑๑๑๑-๑๔๑๓

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ ว ๐๙๙๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรางคณา ระวังยศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายศริทธิ์ พร้อมเทพ** รหัสประจำตัว ๕๘๐๓๐๘๘๗ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายศริทธิ์ พร้อมเทพ
โทร ๐๘-๑๑๑๑-๑๔๑๓

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ ว ๐๙๙๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา อุดมศรีไพบูลย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายศริทธิ์ พร้อมเทพ** รหัสประจำตัว ๕๘๐๓๐๘๘๗ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายศริทธิ์ พร้อมเทพ
โทร ๐๘-๑๑๑๑-๑๔๑๓

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ ว ๐๙๙๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรีฑา แก้วคง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายศริทธิ์ พร้อมเทพ** รหัสประจำตัว ๕๘๐๓๐๘๘๗ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายศริทธิ์ พร้อมเทพ
โทร ๐๘-๑๑๑๑-๑๔๑๓

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ ว ๐๙๙๒

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองฯ จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๒๔ มีนาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ศุภชัย วันประโคน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ฉบับ
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย **นายศริทธิ์ พร้อมเทพ** รหัสประจำตัว ๕๘๐๓๐๘๘๗ นิสิตระดับปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง **"การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์"** เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.รุจโรจน์ แก้วอุไร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระของวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๘
โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖
๒. นายศริทธิ์ พร้อมเทพ
โทร ๐๘-๑๑๑๑-๑๔๑๓

ภาคผนวก ค แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณ ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาการคำนวณด้วยรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม**				
	1	2	3	4	5
1. ความเหมาะสมด้านหลักการ					
1.1 ความชัดเจนของหลักการรูปแบบการเรียนรู้					
1.2 ความสอดคล้องของหลักแนวคิดพื้นฐานและทฤษฎีที่นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้					
1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงคำที่สื่อสารเข้าใจง่าย					
2. ความเหมาะสมด้านวัตถุประสงค์					
2.1 วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มีความสอดคล้องกับหลักการ					
2.2 วัตถุประสงค์ชัดเจนและสามารถทำให้เกิดประโยชน์กับตัวนักเรียนได้จริง					
2.3 วัตถุประสงค์มีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ					
2.4 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงคำที่สื่อสารเข้าใจง่าย					
3. ความเหมาะสมด้านเนื้อหา					
3.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้					
3.2 ขอบเขตของเนื้อหามีความเหมาะสมตามวัยของผู้เรียน					
3.3 เนื้อหาที่นักเรียนได้รับเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน					
4. ความเหมาะสมด้านการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน					
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบการเรียนรู้					
4.2 กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้					
4.3 กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
4.4 ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน					
4.5 กิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้จริง					
5. ความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผลรูปแบบ					
5.1 ความสอดคล้องด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
5.2 ความเหมาะสมด้านหลักเกณฑ์การประเมิน					
5.3 ความชัดเจนและนำไปสู่การปฏิบัติได้					

ภาคผนวก ง แบบประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณ

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้...วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....

รหัสวิชา....**ว31142**..... รายวิชา..**วิทยาการคำนวณ.ม.4**.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้ท่านพิจารณาว่าข้อสอบที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับ “ตัวชี้วัด” “จุดประสงค์การเรียนรู้” “หลักการของการคิดเชิงคำนวณ” และ “มีความถูกต้องของเนื้อหา” หรือไม่ โดยการพิจารณาให้น้ำหนักดังนี้

-1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้/หลักการของการคิดเชิงคำนวณ/มีความถูกต้องของเนื้อหา

0 คือ ไม่แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้/หลักการของการคิดเชิงคำนวณ/มีความถูกต้องของเนื้อหา

+1 คือ แน่ใจ ว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้/หลักการของการคิดเชิงคำนวณ/มีความถูกต้องของเนื้อหา

แบบทดสอบนี้เป็นข้อคำถามแบบปรนัย มีทั้งหมด.....ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อมีตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถวางแผนออกแบบหุ่นยนต์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ตามบริบทหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนได้ เข้าใจส่วนประกอบจำแนกหน่วยรับเข้าข้อมูล และอุปกรณ์ปลายทาง สามารถแยกย่อยหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนได้อย่างชัดเจน (Decomposition)

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

1.4 สามารถวัดขนาด ชิ้นส่วน และ จำแนก การเก็บชิ้นส่วน เมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้ว ได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถจำแนก ความคล้ายของรูปแบบชิ้นส่วน หรือระบบย่อยที่มีความคล้ายกัน (Pattern recognition) หรือมีลักษณะการทำงานเดียวกัน หน้าที่ของ อุปกรณ์ที่มีความคล้ายกัน วิเคราะห์การทำงานที่มีส่วนคล้ายกันได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.2 สามารถจำแนกอุปกรณ์ปลายทางได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และ อธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction)

3.1 มีความรู้ความเข้าใจการทำงานแบบวนซ้ำ การวางเงื่อนไขต่าง ๆ ในการตัดสินใจ

3.2 สามารถวิเคราะห์เชิงระบบ เขียนแผนภาพจำลองการออกแบบ Hardware และ Software

3.3 สามารถออกแบบภาพรวมการทำงาน และ อธิบายการทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เป็นลำดับก่อนหลังอย่างเข้าใจ

4. เข้าใจกระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm)

4.1 มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ การเลี้ยวในลักษณะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์พื้นฐาน

4.2 มีความรู้ความเข้าใจในการวัดค่าแสงเพื่อนำมาใช้วางเงื่อนไขการเขียนโปรแกรมได้

4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผังงานสำหรับการวางแผนการเขียนโปรแกรมการออกแบบการเดินตามเส้น

4.4 สามารถนำผังงานที่ได้จากการออกแบบมาเขียนเป็นคำสั่งจริง และ สามารถใช้งานให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้จริงเขียนขั้นตอนวิธีการจัดการปัญหา (Algorithm) คิดกระบวนการจัดการปัญหาการตรวจสอบแก้ไข และรายงานผลการทำงาน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดจาก ปัญหาที่เกิดขึ้นได้

หลักการของการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking)

คือ การคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบมี 4 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การย่อยปัญหา (Decomposition)

หมายถึง การย่อยปัญหาหรือระบบที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนเล็ก ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการและแก้ปัญหา

2. การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

หมายถึง การหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหาขนาดเล็ก ที่ถูกย่อยออกมา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน จัดกลุ่มปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกัน

3. ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction)

หมายถึง การมุ่งความคิดไปที่ข้อมูลสำคัญ และคัดกรองส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องทิ้ง เพื่อให้จดจ่อเฉพาะสิ่งที่ต้องการออกแบบ และสามารถออกแบบปัญหา และสร้างแบบจำลองเชิงนามธรรม เพื่อให้มองภาพรวมของปัญหาได้

4. การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm Design)

หมายถึง การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นเป็นตอน หรือสร้างหลักเกณฑ์ขึ้นมา เพื่อดำเนินตามทีละขั้นตอนในการแก้ไขปัญหา

คำถาม ข้อ 1.

<table>
<tr>
<td rowspan="4">
มอเตอร์ขนาดใหญ่ (EV3 Large Motor) เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญสำหรับการสร้างหุ่นยนต์ ผู้สร้างหุ่นยนต์สามารถประยุกต์การหมุนของมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้เช่น การเคลื่อนที่ การจับสิ่งของ เป็นต้น อุปกรณ์ชนิดใดในตัวเลือก ที่มีหน้าที่คล้ายกับมอเตอร์ขนาดใหญ่</td>
<td>A.

กล่องควบคุม (EV3 Brick)</td>
</tr>
<tr>
<td>B

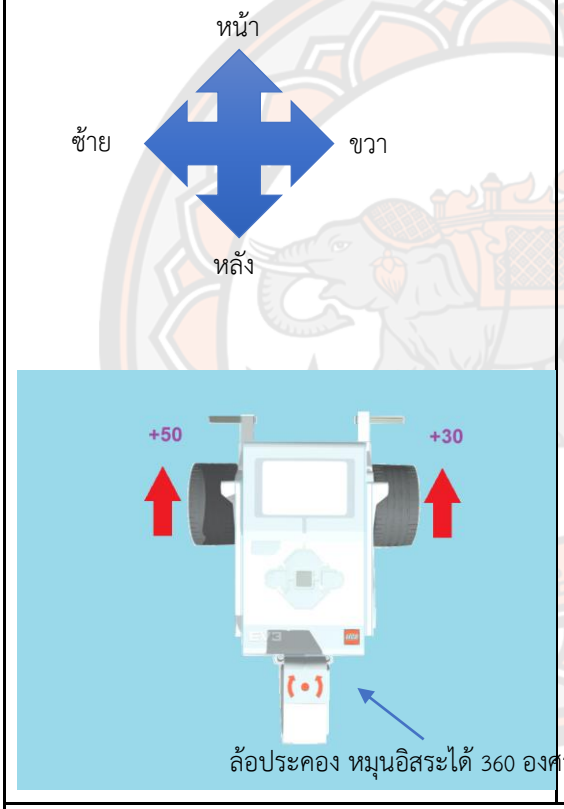
มอเตอร์ขนาดเล็ก (EV3 Motor)</td>
</tr>
<tr>
<td>C.

เซนเซอร์ วัดแสง(Color Sensor)</td>
</tr>
<tr>
<td>
D.
เซนเซอร์ระยะทาง(Ultrasonic Sensor)</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
1. สามารถวางแผนออกแบบหุ่นยนต์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ตามบริบทหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนได้ เข้าใจส่วนประกอบจำแนกหน่วยรับเข้าข้อมูล และอุปกรณ์ปลายทาง สามารถแยกย่อยหน้าที่การทำงานของแต่ละชิ้นส่วนได้อย่างชัดเจน
1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้การคิดเชิงคำนวณที่ใช้</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">ตัวชี้วัด</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">หลักการคิดเชิงคำนวณ
การย่อยปัญหา (Decomposition) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)</td>
</tr>
</table>

เฉลย ข้อ B เนื่องจาก ในคำถาม ได้ถามอุปกรณ์ชนิดที่ทำงานคล้ายกับ มอเตอร์ขนาดใหญ่ คือ อุปกรณ์มือเตอร์ทีขนาดเล็ก ในข้อ B ที่มีหน้าที่รับคำสั่งการทำงาน จากกล่องควบคุม เป็นอุปกรณ์ปลายทาง สำหรับ รับคำสั่งให้หมุนไปยังทิศทางที่ต้องการ เพื่อนำการหมุนไปขยับแขนกล หรือ ล้อ ในการควบคุมทิศทาง หรือการหยิบจับของ ของหุ่นยนต์ นอกจากนั้น คือ อุปกรณ์ กล่องควบคุม ที่มีหน้าที่สั่งการ ข้อ A เซนเซอร์ รับแสงข้อ C และ เซนเซอร์ระยะทางข้อ D

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 2

<table>
<tr><td rowspan="4">จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด ตามทิศทาง ลูกศร
 
</td><td>A. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า</td></tr>
<tr><td>B. เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา
✓</td></tr>
<tr><td>C. เคลื่อนที่ด้านหน้าและเลี้ยวโค้งโค้งไปทางซ้าย</td></tr>
<tr><td>D. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง</td></tr>
<tr><td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้ (Abstraction)
ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์</td></tr>
<tr><td colspan="2">ตัวชี้วัด</td></tr>
<tr><td colspan="2">หลักการคิดเชิงคำนวณ
ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction)</td></tr>
</table>

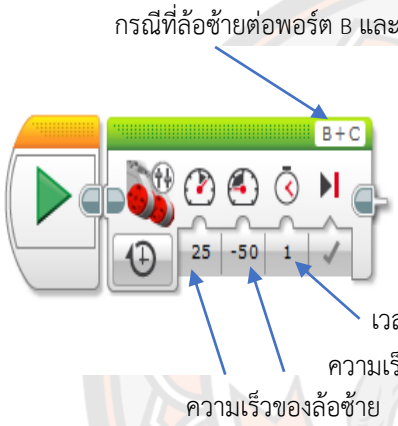
เฉลย ข้อ B เนื่องจาก หุ่นยนต์ใช้หลักการเคลื่อนที่ โดยใช้ 2 ล้อเป็นตัวกำหนดทิศทาง การเลี้ยวจึงสามารถเกิดขึ้นโดย สั่งให้การควบคุมมอเตอร์ ที่มีความเร็วต่างกันทั้งสองล้อ หากล้อไหนหมุนช้ากว่า หุ่นยนต์จะเบนทิศทางไปทางล้อที่หมุนช้ากว่า

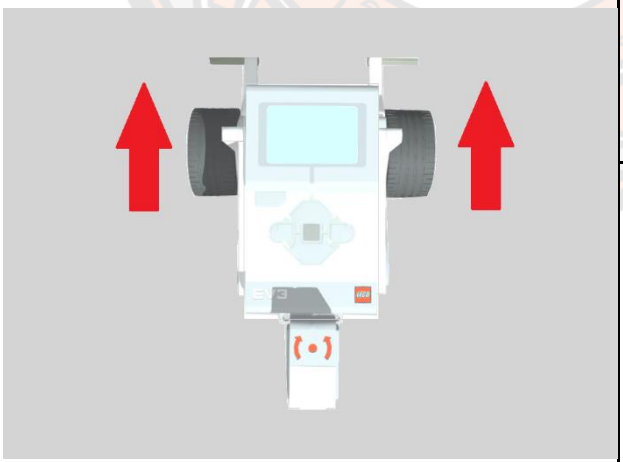
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 3

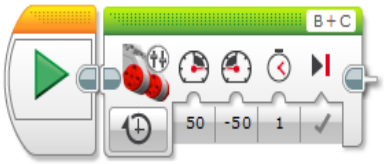
จากภาพ หุ่นยนต์ที่มีลักษณะ สามล้อ ควบคุมด้วยความต่างของความเร็วล้อซ้ายและล้อขวา โดยมีล้อเคลื่อนที่อิสระด้านหลัง 1 ล้อ หากต้องการให้หุ่นยนต์เดินตรง ไปข้างหน้า จะมีลักษณะ การกำหนดจากโปรแกรมอย่างไร

จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน

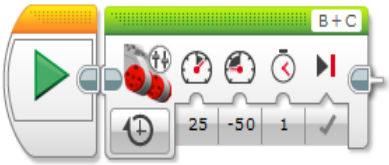




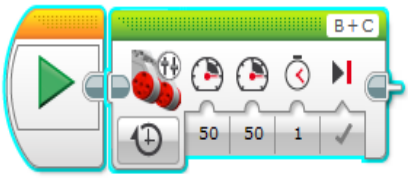
A.



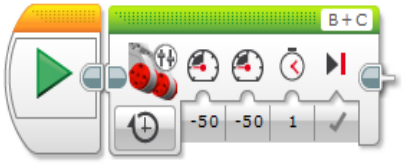
B.



C.



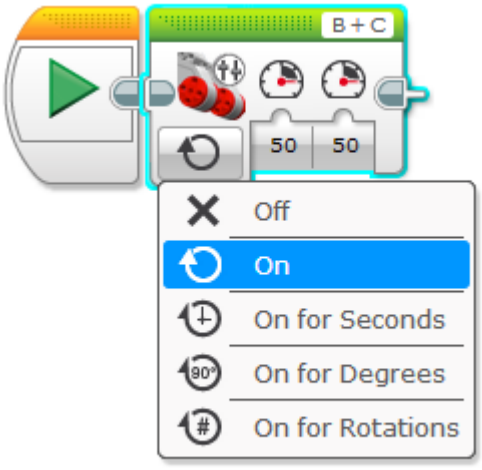
D.



จุดประสงค์การเรียนรู้ 2. สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (Pattern Recogntion) 3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์
ตัวชี้วัด
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)
เฉลย ข้อ C เนื่องจาก หุ่นยนต์ที่ใช้หลักการขับเคลื่อนสองล้อหน้า หากต้องการให้เดินเป็นทางตรง จำเป็นต้องทำให้มอเตอร์ ล้อซ้าย ที่ต่อกับ พอร์ต B และ มอเตอร์ขวา ที่ต่อกับพอร์ต C ทำงานที่ความเร็วเท่ากันซึ่งหากควบคุมการทำงานมอเตอร์ล้อทำงานที่ความเร็วเท่ากันทั้งล้อซ้ายและล้อขวาแล้ว หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 4

จากภาพ แสดงถึงหน้าจอการกำหนดเงื่อนไขของลักษณะการหมุนของมอเตอร์ล้อ  โดยการกำหนดเงื่อนไขการหมุนคือ **Off** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน **On** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงาน **On for Seconds** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดย กำหนดการทำงานเป็นวินาที เช่น สั่งให้ล้อหมุน 1 วินาที **On for Degree** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดเป็น องศาของการหมุนของล้อ เช่นให้ล้อ หมุนครึ่งรอบ (180 องศา) **On for Rotations** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดการหมุนเป็นรอบของการหมุน เช่น สั่งให้ล้อหมุน 2.5 รอบ หรือสองรอบครึ่ง ให้นักเรียนพิจารณาว่า การหมุนแบบใดที่มีการกำหนดได้ละเอียดที่สุด	A. **On for Seconds** เนื่องจาก การกำหนดเวลา สามารถกำหนดได้น้อยกว่าหนึ่งวินาที หรือแม้กระทั่ง เสี้ยววินาทีหรือ 1/1000 วินาที B. **On for Degree** เนื่องจาก การกำหนดองศา สามารถกำหนดได้เป็นตัวเลขของศาที่ละเอียดที่สุดได้แม้จะน้อยกว่า 0.01 องศา C. **On for Rotations** เนื่องจาก สามารถกำหนดการหมุนเป็นรอบและ ละเอียดกว่าครึ่งรอบล้อ สามารถกำหนดได้ น้อยกว่า 1/1000 รอบ D. ทุกคำสั่งสามารถกำหนดให้ละเอียดได้ตามความถนัดของการเขียนโปรแกรมในแต่ละคน โดยที่ไม่ใช่คำสั่ง On และ Off ✓

จุดประสงค์การเรียนรู้ 2. สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (Pattern Recognition) 3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้ (Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์
ตัวชี้วัด
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)
เฉลย ข้อ D เนื่องจาก การตั้งค่าต่าง ๆ ของการหมุนสามารถกำหนดได้ละเอียดที่มากที่สุดได้โดยสามารถกำหนดได้หลายกหลายวิธี ตามความถนัดของแต่ละบุคคล

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 5

ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของอุปกรณ์มอเตอร์ 	A. ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ไปในทิศทางต่าง ๆ เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา
	B. หมุนฟันเฟืองเพื่อต่อเป็นแขนกลหยิบจับสิ่งของ
	C. รับค่าการหมุนของล้อเพื่อนำค่ามาคำนวณวางแผนการเดินของหุ่นยนต์
	D. รับค่าแสงสว่างของพื้นผิวต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณ การเขียนโปรแกรม หุ่นยนต์เดินตามเส้น ✓

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถวางแผนออกแบบหุ่นยนต์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ตามบริบทหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนได้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

1.4 สามารถวัดขนาด ชิ้นส่วน และ จำแนก การเก็บชิ้นส่วน เมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้ว ได้อย่างถูกต้อง

ตัวชี้วัด

หลักการคิดเชิงคำนวณ

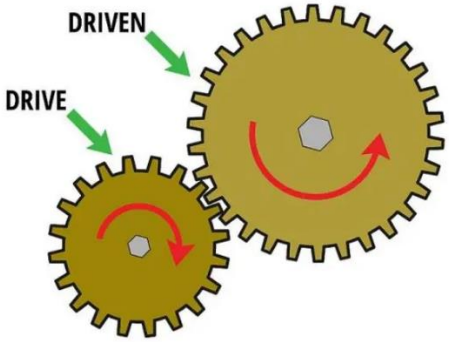
การย่อยปัญหา (Decomposition) และ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

เฉลย ข้อ D เนื่องจาก หน้าที่หลักของมอเตอร์จะเป็นการขับเคลื่อน หรือ การออกแรงในการเคลื่อนที่ เป็นองค์ประกอบหลัก ฉะนั้น การทำงานเกี่ยวกับแสง การวัดสีต่าง ๆ จึงไม่ใช่หน้าที่หลักในการทำงานของอุปกรณ์มอเตอร์

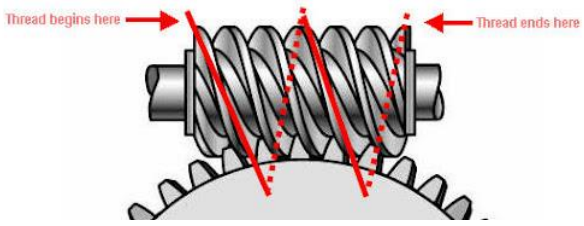
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 6

จากรูปฟันเฟืองต่อไปนี้ ข้อใดให้อัตราทดที่ได้กำลังแรงบิดที่มากที่สุดในการหมุน



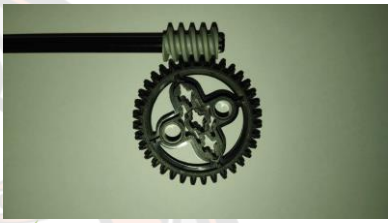
ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

B.



C.

D.

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถวางแผนออกแบบหุ่นยนต์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ตามบริบทหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนได้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

1.4 สามารถวัดขนาด ชิ้นส่วน และ จำแนก การเก็บชิ้นส่วน เมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (Pattern Recogntion)

ตัวชี้วัด

หลักการคิดเชิงคำนวณ

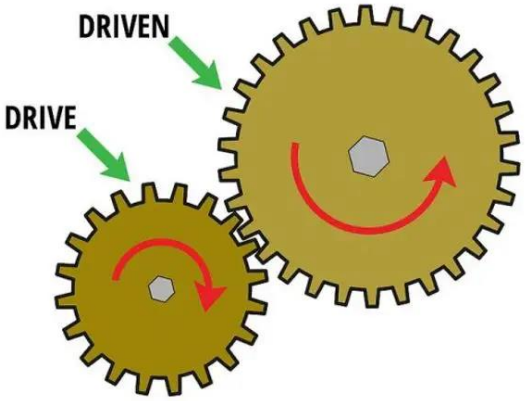
การย่อยปัญหา (Decomposition) และ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

เฉลย ข้อ B

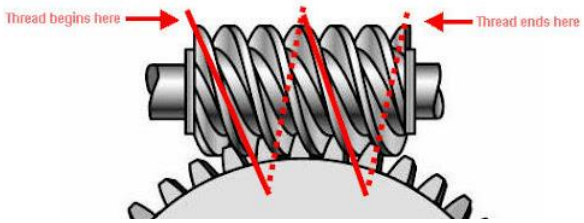
ชุดเฟืองตัวหนอน (Worm gear set) ใช้เพื่อการส่งกำลังสำหรับเพลาที่แบบที่ไม่ขนานกัน และไม่ตัดกัน (ส่วนใหญ่มักจะทำมุม 90° ซึ่งกันและกัน) ซึ่งเป็นเฟืองที่ต้องการอัตราทดที่สูงกว่า ใช้พื้นที่การติดตั้งน้อยกว่าฟันเฟืองที่เป็นการทดแบบขนานกัน ใช้การบิดของฟันตัวหนอน เคลื่อนตัวในแนวตั้งฉากเพื่อสร้างการหมุนจากฟันเฟืองจากอีกแนวแรงหนึ่ง ซึ่งจะได้กำลังที่เยอะกว่าการทดเฟืองแบบขนานโดยใช้อัตราทดทั่วไป

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถาม ข้อที่ 7



ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

B.

C.

D.

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถวางแผนออกแบบหุ่นยนต์จากส่วนประกอบต่าง ๆ ตามบริบทหน้าที่ของแต่ละชิ้นส่วนได้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

1.4 สามารถวัดขนาด ชิ้นส่วน และ จำแนก การเก็บชิ้นส่วน เมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้วได้อย่างถูกต้อง

2. สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (Pattern Recognition)

ตัวชี้วัด

หลักการคิดเชิงคำนวณ

การย่อยปัญหา (Decomposition) และ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

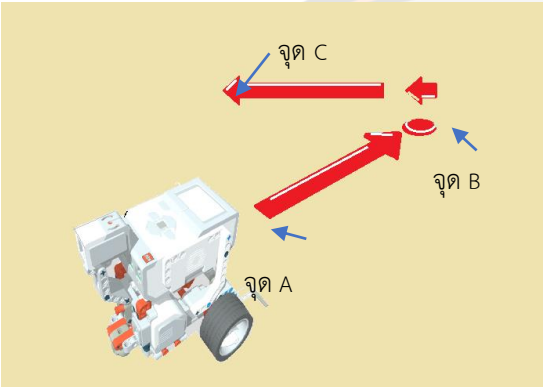
เฉลย ข้อ D

ชุดเฟืองตัวหนอน (Ratio Gear set) ใช้หลักการหมุนของฟันเฟืองที่มีขนาดต่างกัน พิจารณาจากรูป มีการทดเฟืองที่ฟันเฟืองมีขนาดต่างกัน และมีการใช้เฟืองตัวหนอนเพื่อเพิ่มกำลังให้มากขึ้นในการทดเฟือง แต่หากพิจารณาว่า เฟืองในรูปทั้ง 4 ข้อใดให้อัตราทดกำลังที่น้อยที่สุด สมควรเป็นข้อ D ที่ให้กำลังน้อยที่สุด เนื่องจาก ความต่างระหว่างฟันเฟืองทั้ง 2 มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด ทำให้ความต่างของการหมุนของฟันเฟืองไม่มาก และกำลังที่ได้ จะใกล้เคียงกับกำลังที่หมุนและมีความต่างกันด้านกำลังน้อยกว่าในทุก ๆ แบบที่เสนอมาในแต่ละข้อ

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 8

ภาพต่อไปนี้แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากจุด A จุด B และ จุด C ตามลำดับ จงออกแบบการเขียนโปรแกรมด้วยการเขียนแผนภาพการวางลำดับขั้นตอนการเดินของหุ่นยนต์ดังต่อไปนี้



จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน

1.เริ่มต้นให้หุ่นยนต์ เริ่มเดินจากจุด A

2.สั่งให้หยุดที่จุด B

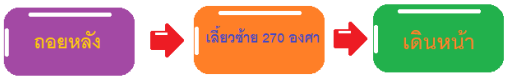
3.สั่งให้หันเบน 90 องศาที่จุด B (270 องศา)

4.สั่งให้เดินไปหยุดที่จุด C

A.

B.

C.



D.

จุดประสงค์การเรียนรู้

2.สามารถหารูปแบบหรือลักษณะที่เหมือนกันของปัญหา มีการจำแนกกลุ่มของแต่ละปัญหาที่มีลักษณะการแก้ไขปัญหาที่คล้ายคลึงกัน (Pattern Recogntion)

3.สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction)

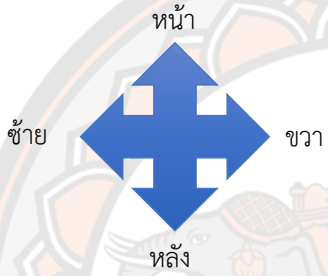
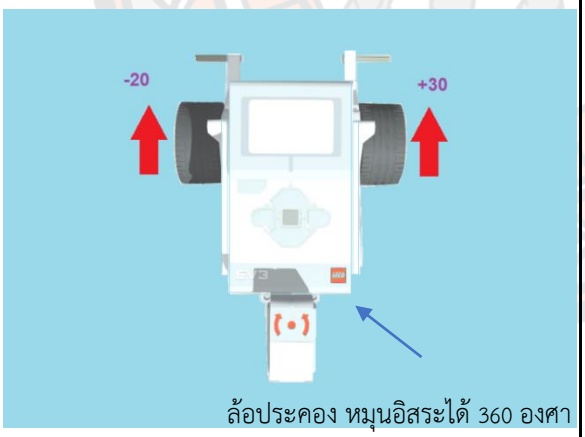
ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์

ตัวชี้วัด

หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และการคิดขั้นตอนวิธี (Algorithm)
เฉลย ข้อ D เนื่องจากโจทย์กำหนดให้หุ่นยนต์เริ่มเดินทางจากจุด A ซึ่งคำสั่งจะตรงกับเดินหน้าเป็นขั้นตอนแรก หลังจากนั้น หยุดที่จุดB แล้วสั่งให้หัน ทำมุม 270 องศา เป็นขั้นตอนถัดไป และขั้นตอนสุดท้ายคือ เดินหน้าไปยังจุด C สามารถเขียนการวางแผนการเดินคร่าว ๆ ได้ตรงกับข้อ D

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 9

จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว – 20 มตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใดตามทิศทาง ลูกศร   ล้อประคอง หมุนอิสระได้ 360 องศา	A.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า B.เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา C.หุ่นยนต์จะเลี้ยวหันไปทางซ้ายเป็นวงแคบ ✓ D.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง
จุดประสงค์การเรียนรู้ 3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้ (Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์	

ตัวชี้วัด
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction)
เฉลย ข้อ B เนื่องจาก หุ่นยนต์ใช้หลักการเคลื่อนที่ โดยใช้ 2 ล้อเป็นตัวกำหนดทิศทาง การเลี้ยวจึงสามารถเกิดขึ้นโดย สั่งให้การควบคุมมอเตอร์ ที่มีความเร็วต่างกันทั้งสองล้อ ในกรณีนี้ การตั้งความเร็วเป็นเครื่องหมายติดลบ หมายถึง การสั่งให้ล้อซ้ายหมุนถอยหลัง และ ล้อขวา เดินหน้าที่ความเร็ว 30 เมตร ต่อวินาที ทำให้หุ่นยนต์ เลี้ยวเบนไปด้านที่ล้อหมุนตรงข้าม หรือหมุนสวนกัน ทำให้การเลี้ยวมีวงแคบมาก

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 10

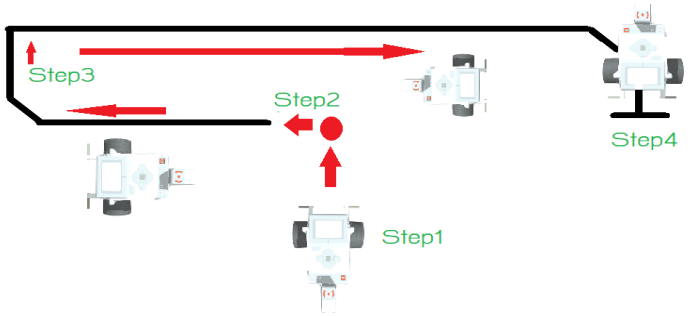
จากภาพต่อไปนี้แสดงการเดินของหุ่นยนต์ จาก Step 1 ไปยัง Step 4

หากนักเรียนสามารถทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้แล้ว จำมีฟังก์ชันเดินตามเส้น นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการเขียนโปรแกรมได้ จะมีวิธีอย่างไร ในการเดินตามลำดับ

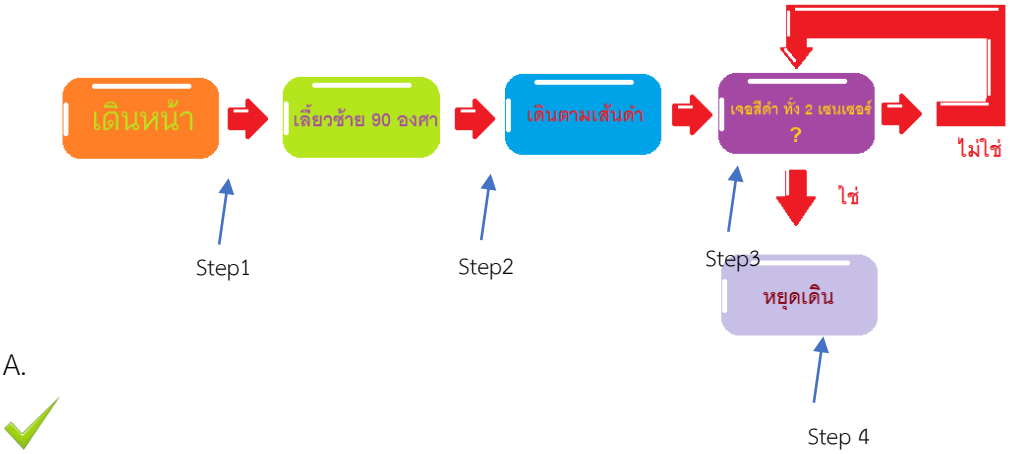
กรณี 1 เมื่อหุ่นยนต์เดินเจอทางเลี้ยว

กรณี 2 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นมุมฉาก

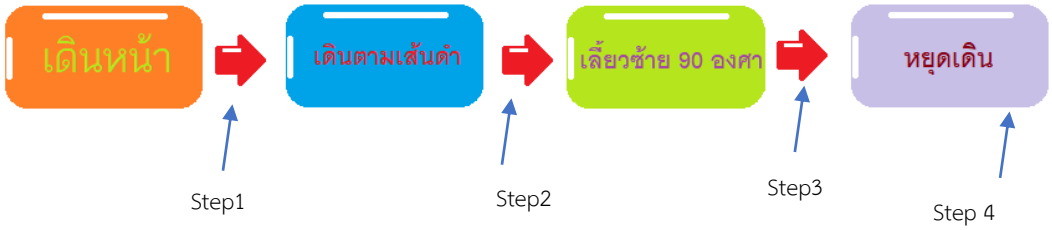
กรณี 3 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นเส้นจุดดำที่เป็นเส้นตัด



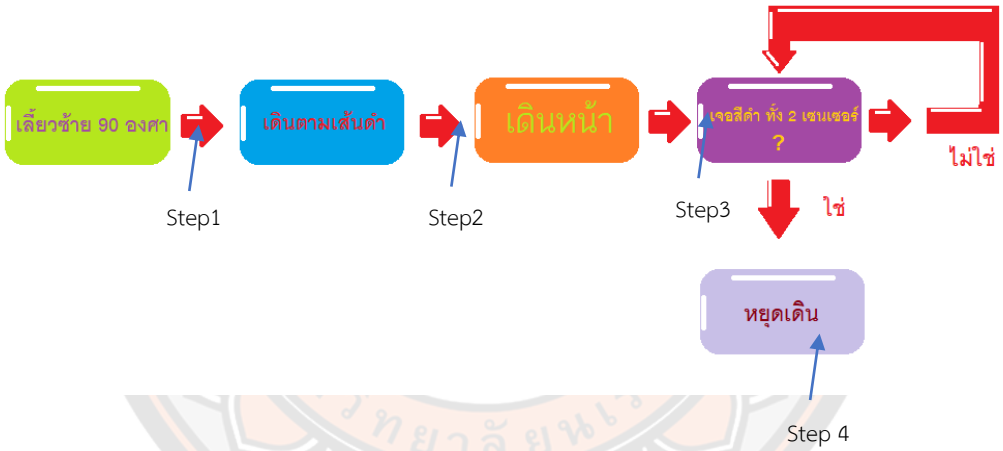
A.



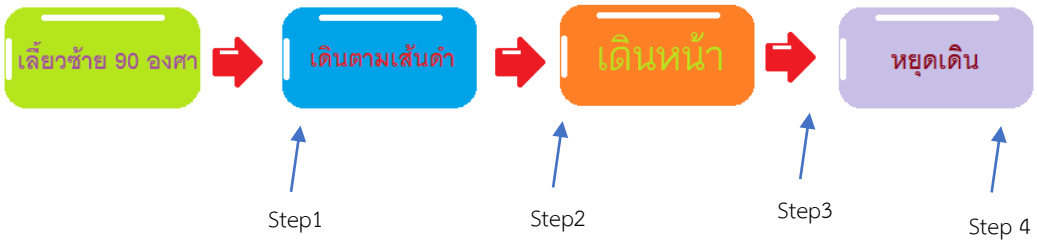
B.


เดินหน้า
เดินตามเส้นดำ
เลี้ยวซ้าย 90 องศา
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

C.


เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
เจอสีดำ ทั้ง 2 เซนเซอร์ ?
ไม่ใช่
ใช่
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

D.

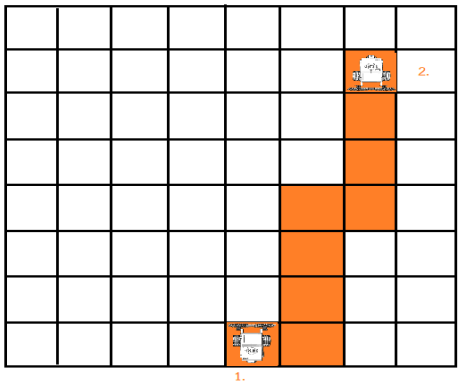

เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

จุดประสงค์การเรียนรู้ 3.สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์ 4.เข้าใจกระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm)
ตัวชี้วัด
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การคิดขั้นตอนวิธี(Algorithm)
เฉลย ข้อ D เนื่องจากโจทย์กำหนดให้หุ่นยนต์เริ่มเดินทางจากจุด A ซึ่งคำสั่งจะตรงกับเดินหน้าเป็นขั้นตอนแรก หลังจากนั้น หยุดที่จุดB แล้วสั่งให้หัน ทำมุม 270 องศา เป็นขั้นตอนถัดไป และขั้นตอนสุดท้ายคือ เดินหน้าไปยังจุด C สามารถเขียนการวางแผนการเดินคร่าว ๆ ได้ตรงกับข้อ D

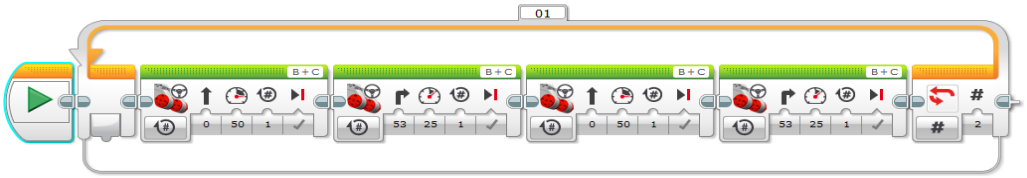
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 11

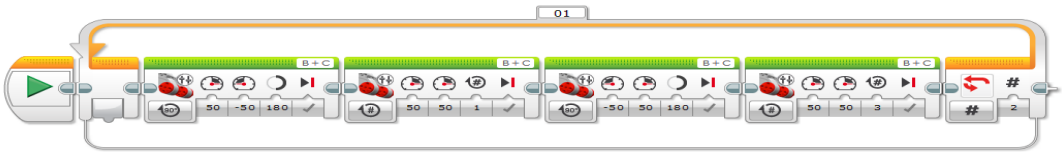
จากภาพที่แสดงดังต่อไปนี้ ข้อคือการวางลำดับที่ถูกต้องในการเขียนโปรแกรมการเดินในลักษณะตามภาพ



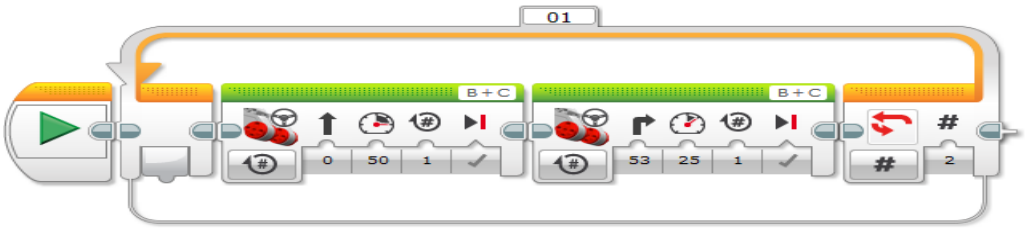
A.



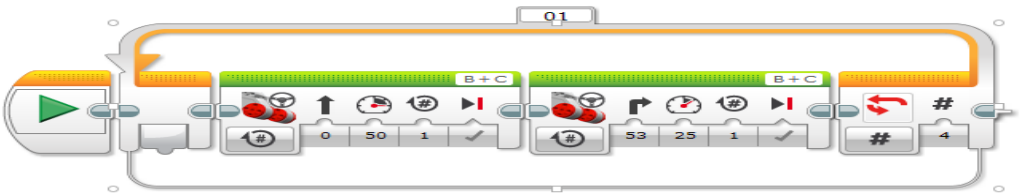
B.



C.



D.



จุดประสงค์การเรียนรู้

3.สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction)

ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์

4.เข้าใจกระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm)

*มีความเข้าใจเรื่องค่าตัวแปร พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดระยะทาง และเวลา

*ใช้การคิดวิเคราะห์ในการแก้ไขโจทย์

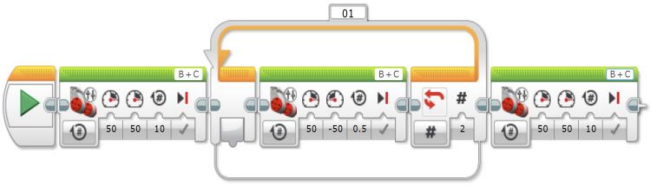
ตัวชี้วัด. ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การคิดขั้นตอนวิธี(Algorithm)
เฉลย ข้อ B จากการเขียนไล่เรียงลำดับขั้นตอนวิธี คือ เลี้ยวขวามุมฉาก เดินหน้า สองครั้ง แล้ววนด้วยคำสั่งวนซ้ำสองรอบ จะเกิดเส้นทางเดินที่มีการเดินดังภาพ

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

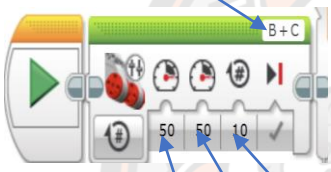
คำถามข้อที่ 12

จากภาพ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด



**อธิบายประกอบ การเขียนโปรแกรมการเดินของหุ่นยนต์ โดยมีการกำหนดค่าการทำงานของมอเตอร์ดังต่อไปนี้

กรณีที่ล้อซ้ายต่อพอร์ต B และขวาต่อ C



การหมุนของรอบล้อ นับเป็นรอบของการหมุน

ความเร็วของล้อซ้าย ความเร็วของล้อขวา

A.เดินไปข้างหน้า ล้อหมุน 10 รอบ

B.ถอยไปข้างหลัง ล้อหมุนสิบรอบ

C.เดินหน้า ล้อหมุน 10 รอบ กลับหลังหัน และ เดินกลับ ล้อหมุน 10 รอบ ✓

D.เดินข้างหน้า ล้อหมุน 10 รอบ หัน 90 องศา และเดินหน้า ล้อหมุน อีก 10 รอบ

จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

3.1 มีความรู้ความเข้าใจการทำงานแบบวนซ้ำ การวางเงื่อนไขต่าง ๆ ในการตัดสินใจ

3.3 สามารถออกแบบภาพรวมการทำงาน และ อธิบายการทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอนเป็นลำดับ ก่อนหลังอย่างเข้าใจ

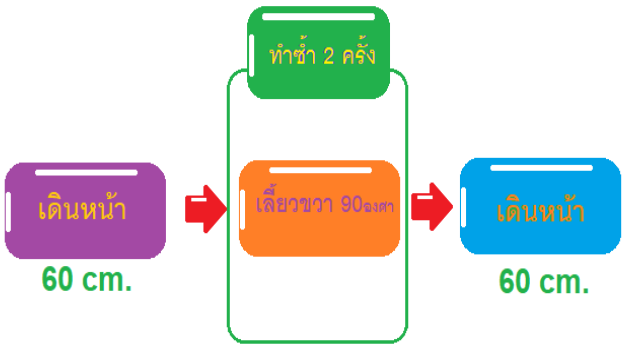
4.1มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ การเลี้ยวในลักษณะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ พื้นฐาน

4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผังงานสำหรับการวางแผนการเขียนโปรแกรม การออกแบบการเดินตามเส้นใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์

ตัวชี้วัด. ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การคิดขั้นตอนวิธี(Algorithm)กระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm)
เฉลย ข้อ C เนื่องจาก หากพิจารณาแผนภาพด้านล่างในการอธิบาย บล็อกคำสั่งในการบังคับมอเตอร์ คำถามข้อนี้ ใช้การกำหนดการหมุนของรอบล้อ มีการสั่งให้เดิน และ เข้าบล็อกวนซ้ำ (Repeat) สองรอบ แล้วด้านใน เป็นคำสั่งในการ เลี้ยว แบบมุมฉาก แสดงว่า หุ่นยนต์ จะกลับหลังหัน หลังจากนั้น หุ่นยนต์จะเดิน กลับมาที่จุดเริ่มต้นในระยะทางที่เท่ากัน

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 13

จากภาพ การเดินของหุ่นยนต์จะเป็นลักษณะใด 
A.เดินหน้า ⟶ เดินเป็นวงกลม⟶ แล้วกลับมาที่เดิม (หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
B.หมุนกลับหลังหัน ⟶ เดินหน้า ⟶ หยุดเดิน(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น)
C.เดินหน้า ⟶ หมุนกลับหลังหัน ⟶ ถอยหลัง(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
D.เดินหน้า⟶ หมุนกลับหลังหัน⟶ เดินหน้า (หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น) ✓
จุดประสงค์การเรียนรู้ 3.สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้ (Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์ 4.เข้าใจกระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) *มีความเข้าใจเรื่องค่าตัวแปร พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดระยะทาง และเวลา *ใช้การคิดวิเคราะห์ในการแก้ไขโจทย์
ตัวชี้วัด. ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithm)

เฉลย ข้อ D เป็นการเดินไปข้างหน้า และเลี้ยว 90 องศาหรือเป็นมุมฉาก ซึ่งอยู่ในคำสั่งวนซ้ำ 2 รอบ ทำให้หุ่นยนต์กลับหลังหัน พอดี หลังจากนั้น หุ่นยนต์จะกลับมาจอดที่เดิม

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 14

<table>
<tr><td rowspan="4">ข้อใดเป็นปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องในการใช้เซนเซอร์แสง

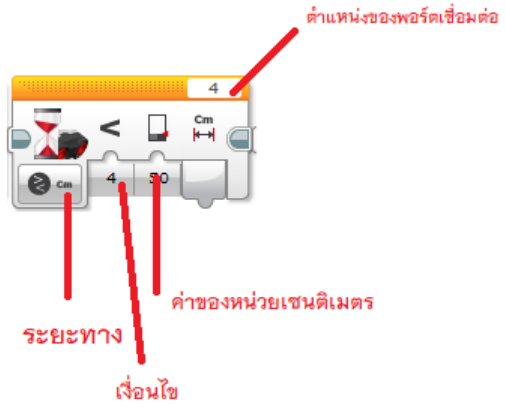
เซนเซอร์แสง ใช้หลักการสะท้อนแสง โดยใช้แสงเลเซอร์อ่านค่าแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบกับพื้นผิว และได้ค่าสีสะท้อนกลับมาออกเป็นค่าต่าง ๆ</td><td>A.ระยะทางของแสงกับวัตถุที่ตกกระทบ</td></tr>
<tr><td>B.การสะท้อนของพื้นผิว ลักษณะผิวมัน ผิวด้าน</td></tr>
<tr><td>C.เวลาของแสงในระหว่างวัน</td></tr>
<tr><td>D.ความสั่นสะเทือนในการวิ่งของหุ่นยนต์ ✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
1.1.นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
1.2.สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้
1.3.มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้
2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้
2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้
*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</td></tr>
</table>

หลักการคิดเชิงคำนวณ การแยกส่วนประกอบ (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern Recognition)
เฉลย ข้อ D.ความสั่นสะเทือนในการวิ่งของหุ่นยนต์ เนื่องจาก เซนเซอร์แสงใช้หลักการทำงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับแสง และการวัดค่าการสะท้อนกลับของแสง การสั่นสะเทือนในการวิ่ง ไม่ว่าจะกรณีการวิ่งบนพื้นผิวที่ไม่เรียบ หรือ การสั่นจากการใช้ล้อที่ไม่สมมาตร สิ่งเหล่านี้ส่งผลต่อการวิ่ง ไม่ใช่การวัดค่าแสง

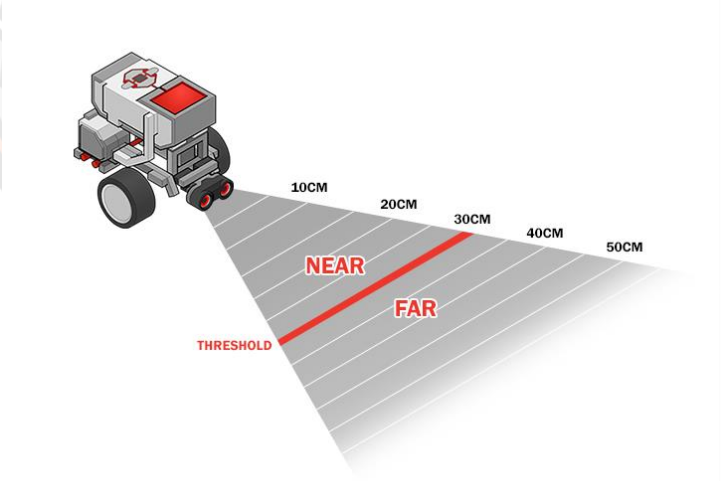
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 15

บล็อกควบคุมเวลา ข้อใดคือคำสั่งที่ถูกต้องสำหรับการสั่งให้หุ่นยนต์ หยุดเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง ห่าง 50 เซนติเมตร



จากตัวอย่าง บล็อกควบคุมเวลา ใช้เป็นเงื่อนไขในการสั่งการทำงาน จากภาพ เป็นกรณีของ การสั่งให้อุปกรณ์ Ultrasonic ที่สามารถกำหนดค่าการหยุด โดยสามารถสั่งเป็น หน่วย นิ้ว เซนติเมตร เมตร ได้

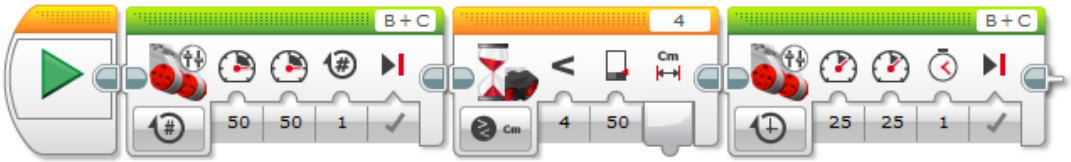


อุปกรณ์ Ultrasonic

ที่เป็น อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง Ultrasonic ที่ตกกระทบกับพื้นผิวปลายทาง และ วัดค่าสะท้อนด้วยเวลา ของคลื่นเสียงสะท้อนกลับ เมื่อระยะเวลาห่างกันมาก ของการสะท้อนกลับของเสียง Utrasonic มีมากขึ้น ยิ่งทำให้ ระยะทางของวัตถุกับ Sensor มากขึ้น หลักการคลื่นเสียงสะท้อนแบบนี้ ใช้ทั่วปกับ อุปกรณ์ เรดาร์ ระบบนำร่องไต้น้ำ (Sonar) เซนเซอร์ถอยจอดของรถยนต์ ฯลฯ

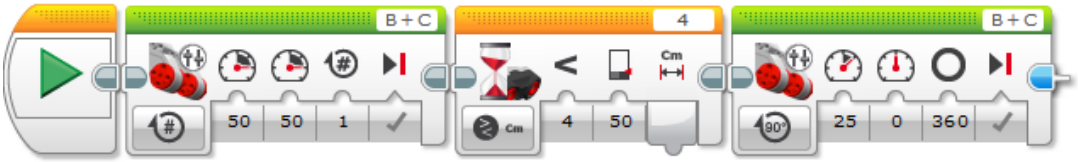
A

B



C

D



จุดประสงค์การเรียนรู้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานการณ์ทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผังงานสำหรับการวางแผนการเขียนโปรแกรม การออกแบบการเดินตามเส้น

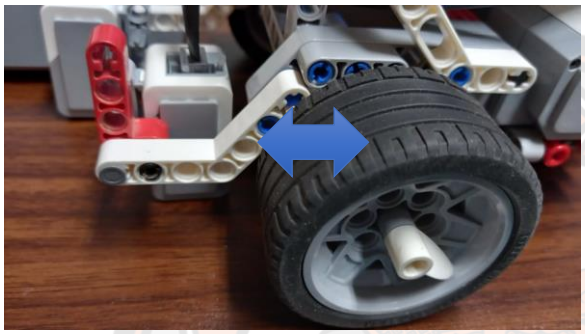
4.4 สามารถนำผังงานที่ได้จากการออกแบบมาเขียนเป็นคำสั่งจริง และ สามารถใช้งานให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้จริงเขียนขั้นตอนวิธีการจัดการปัญหา (Algorithm) คิดกระบวนการจัดการปัญหาการ ตรวจสอบแก้ไข และรายงานผลการทำงาน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นได้
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การหารูปแบบ (Pattern Recognition) การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)
เฉลย ข้อ C.เนื่องจาก ข้ออื่น ๆ มีการสั่งให้เดิน ล้อซ้าย และล้อขวาไม่เท่ากัน จึงเป็นการเดินที่มีการเลี้ยวเบนไปยังทิศทางต่าง ๆ แต่ต่างจากข้อ C ที่เป็นกล่องควบคุมที่มีเครื่องหมายกากบาทซึ่งหมายถึงคำสั่งหยุดทำงาน

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

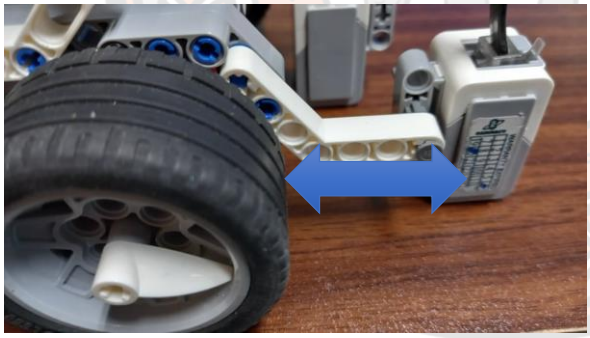
คำถามข้อที่ 16

<table>
<tr>
<td rowspan="4">ถ้าเซ็นเซอร์มีการติดตั้งชิดกับล้อจะเกิดผลอย่างไรในการเดินตามเส้นของหุ่นยนต์

ภาพตัวอย่าง 1 ระยะทาง เซนเซอร์แสงและล้อที่ชิดกัน

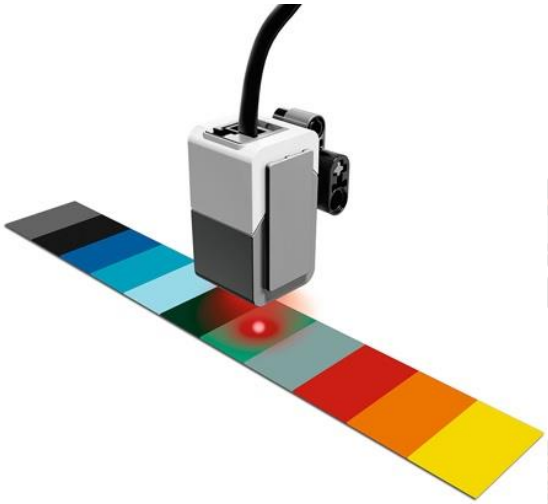
ภาพตัวอย่าง 2 ระยะทาง เซนเซอร์ และล้อที่ห่างกัน

  </td>
<td>A.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก การเดินของหุ่นยนต์จะใช้คำสั่งเดิม</td>
</tr>
<tr>
<td>B.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก เซนเซอร์แสงสามารถอ่านค่าได้เท่ากันได้ทุกตำแหน่ง</td>
</tr>
<tr>
<td>C.เกิด เนื่องจาก ระยะห่าง กับการวิ่งส่งผลต่อการเดินและการเลี้ยวของหุ่นยนต์ การติดเซนเซอร์ไว้ไกลล้อ หากยิ่งติดห่าง ยิ่งทำให้ล้อเลี้ยวเบนก่อนเมื่อเจอตรวจเส้นสีดำ หากติดชิดล้อเกินไปจะทำให้ การตามเส้นช้ากว่า เนื่องจากตรวจพบการเลี้ยวพร้อมกับตำแหน่งล้อในบางกรณี อาจสั่งล้อให้เลี้ยวได้ไม่ทัน
 </td>
</tr>
<tr>
<td>D.เกิด เนื่องจากระยะห่างของเซนเซอร์หากมีการตั้งไว้ห่างล้อ จะเดินได้แม่นขึ้นและเลี้ยวเบนได้ในวงแคบ หากติดไว้ไกลล้อ ทำให้การเลี้ยวแม่นยำขึ้น</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
1.1.นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
1.2.สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้
1.3.มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และ จำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้</td>
</tr>
</table>

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
เฉลย C. เนื่องจาก ระยะห่างของการติดตั้งส่งผลโดยตรงในการอ่านค่าเส้นสี หากมีการติดเซนเซอร์แสงไว้ด้านหน้าไกลเกินไป หุ่นยนต์จะมีปัญหาในทางเลี้ยว หากติดไว้ชิดล้อจนเกินไป จะทำให้ หุ่นยนต์ เดินไม่ราบเรียบ และ หาก ติดเซนเซอร์ไว้ด้านหลังล้อ จะทำให้เกิดการควบคุมการเดินตามเส้นที่ผิดพลาด เนื่องจาก หุ่นยนต์ จะเดินเลยเส้นไปแล้วค่อยทำการเลี้ยว ทำให้เกิดความผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมควบคุม

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 17

ข้อใดไม่ส่งผลต่อการอ่านค่าสีของหุ่นยนต์ 	A.ระยะห่างของวัตถุ
	B.เวลากลางวันกลางคืนและค่าของแสง
	C.ความเรียบความวาวของพื้นผิววัตถุ
	D.ไม่มีข้อถูก ✓
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1.1.นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ 1.2.สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้ 1.3.มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้ 2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง	
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม(Abstraction)	

เฉลย D.ไม่มีข้อถูก เนื่องจาก การอ่านค่าของสี มาจากการสะท้อนของแสง และการอ่านค่าสะท้อนกลับ ซึ่ง ปัจจัยของการทำให้การอ่านค่าสี เปลี่ยนแปลงได้แก่ ระยะทาง ที่อาจทำให้การอ่านค่าสี เปลี่ยนไป ความเข้มของแสงในขณะที่วัดกลางวัน กลางคืนอาจมีผลต่อสีค่าของสีของวัตถุสะท้อน ส่วน ความด้าน ความมันของพื้นผิว จะส่งผลเนื่องจาก การอ่านค่าสีด้วยลำแสงเลเซอร์ หากมีพื้นผิวสะท้อนที่ มีการสะท้อนแสงมาก จะทำให้ค่าของสีที่รับเข้ามา ไม่เท่ากัน และ หาก พื้นผิวเป็นสีด้าน การสะท้อนกลับจะน้อยกว่า หากมีการติดเซนเซอร์แสงไว้ด้านหน้าไกลเกินไป หุ่นยนต์จะมีปัญหาในทางเลี้ยว หากติดไว้ชิดล้อจนเกินไป จะทำให้ หุ่นยนต์ เดินไม่ราบเรียบ และ หาก ติดเซนเซอร์ไว้ด้านหลังล้อ จะทำให้เกิดการควบคุมการเดินตามเส้นที่ผิดพลาด เนื่องจาก หุ่นยนต์ จะเดินเลยเส้นไปแล้วค่อยทำการเลี้ยว ทำให้เกิดความผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมควบคุม

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 18

หากติดตั้งล้อที่มีขนาดไม่เท่ากันจะส่งผลต่อการเดินอย่างไร ล้อขนาดใหญ่ ล้อขนาดเล็ก 	A.มีผลต่อการตั้งรอบล้อ หากรอบล้อไม่เท่ากันอาจทำให้การเดินเกิดการเอียงหรือเบนได้ B.มีผลต่อการเดินเนื่องจาก การเดินอาจเป็นเส้นโค้งเพราะรอบล้อไม่เท่ากัน C.มีผลต่อการกะระยะเลี้ยว เนื่องจาก ขนาดล้อไม่เท่ากัน อาจทำให้การเบนเลี้ยวซ้าย ไม่เท่ากับการเบนเลี้ยวขวา D.ถูกทุกข้อ ✓

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1.นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2.สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3.มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และ จำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
เฉลย D.ถูกทุกข้อ เนื่องจาก การติดตั้งล้อหุ่นยนต์ที่ไม่เท่ากัน จะส่งผลเสียในการ เลี้ยว เดิน และ การตั้งค่ารอบล้อเนื่องจากล้อมีขนาดไม่เท่ากัน ทำให้ยากในการกะระยะ รวมไปถึงการเขียนโปรแกรม

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 19

แท่งแกนเสียบที่เป็นโครงสร้างกากบาท เหมาะสมกับการใช้ชิ้นส่วนชนิดใดเป็นตัวยึดล็อคไม่ให้ขยับในตัวเลือกดังต่อไปนี้	A.
	B.
	C.
	D.

จุดประสงค์การเรียนรู้ 1.1.นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ 1.2.สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้ 1.3.มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้ 2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การแตกปัญหา (Decomposition) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)
เฉลยข้อ A. เนื่องจากการเสียบมีลักษณะเป็นแท่งกากบาทจุดยึดหรือตัวล็อคที่สามารถจับกับแกนกากบาทได้ต้องเป็นชิ้นส่วนที่มีรูที่เป็นกากบาทตรงกับชิ้นส่วนข้อ A

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 20

<table>
<tr><td rowspan="4">หากนักเรียนมีการซ้อมแข่งขันหุ่นยนต์ในช่วงกลางคืน ค่าแสงเป็นค่าหนึ่ง และในตอนแข่งขันจริง ค่าแสงเป็นค่าแสงจากช่วงกลางวันอีกค่าหนึ่ง นักเรียนควรแก้ปัญหาอย่างไร</td><td>A.บันทึกค่าแสงที่วัดได้ลงไปในการเขียนโปรแกรม</td></tr>
<tr><td>B.เปลี่ยนค่าแสงที่ตรงกับช่วงเวลาที่แข่งโดยค่าแสงที่นำมาเปลี่ยนเป็นค่าแสงที่บันทึกไว้แล้ว</td></tr>
<tr><td>C.บันทึกค่าแสงในตอนกลางวันและกลางคืนแนะนำค่าแสงมาเปลี่ยนในการเขียนโปรแกรมครั้งถัดไป</td></tr>
<tr><td>D.ถูกทุกข้อ
✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้
1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้
2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้
2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้
*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</td></tr>
<tr><td colspan="2">หลักการคิดเชิงคำนวณ
การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)</td></tr>
<tr><td colspan="2">เฉลย ข้อ D. ถูกทุกข้อเนื่องจากในสถานการณ์จริงค่าของแสงเป็นปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลง</td></tr>
</table>

และส่งผลถึงการทำงานในด้านการวัดแสงซึ่งเวลาในแต่ละเวลาให้ค่าแสงที่ไม่เท่ากันจึงเป็นสิ่งที่ต้องปรับตามความเข้มแสงในแต่ละเวลาซึ่งควรมีการบันทึกค่าแสงที่เป็นปัจจุบันหรือเป็นค่าตายตัวที่กำหนดไว้แล้วและนำค่าแสงที่บันทึกมาเปลี่ยนตรงกับทุกข้อที่กล่าวมา

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 21

การติดตั้ง แกนล้อ ที่มีความห่างด้านซ้ายและด้านขวาที่ไม่เท่ากัน จะส่งผลอย่างไรในการเดิน ของหุ่นยนต์	A.ส่งผลในเรื่องของการเดินตรงของหุ่นยนต์
	B.ส่งผลในเรื่องของการเดินถอยหลังของหุ่นยนต์
	C.ส่งผลให้หุ่นยนต์อาจเดินไม่ตรง แล้วมีการกะระยะด้านซ้ายด้านขวา ในการเขียนโปรแกรมที่ลำบากขึ้น ✓
	D.ส่งผลให้หุ่นยนต์เดินแม่นยำมากยิ่งขึ้นและมีการเลี้ยวเบนได้เที่ยงตรงทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)
เฉลยข้อ C. เนื่องจากความไม่เท่ากันของแกนล้อส่งผลต่อระยะของมอเตอร์ส่งกำลังไปถึงล้อที่ไม่เท่ากันอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในช่วงที่หุ่นยนต์มีการเลี้ยวทำให้เขียนโปรแกรมควบคุมได้ยากขึ้นและทำให้หุ่นยนต์มีความผิดพลาดในการเลี้ยวสูงกว่าการติดตั้งแกนล้อที่เท่ากัน

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 22

การทำให้หุ่นยนต์วิ่งเร็วขึ้น มีวิธีการอย่างไรบ้าง 	A.เร่งรอบมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น
	B.ใช้เฟืองที่มีขนาดใหญ่กว่าหมุนเฟืองที่มีขนาดเล็กกว่า
	C.เพิ่มขนาดล้อทำให้เส้นรอบวงมากขึ้นเพื่อเพิ่มระยะทาง
	D.ถูกทุกข้อที่กล่าวมา ✓

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

หลักการคิดเชิงคำนวณ

การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

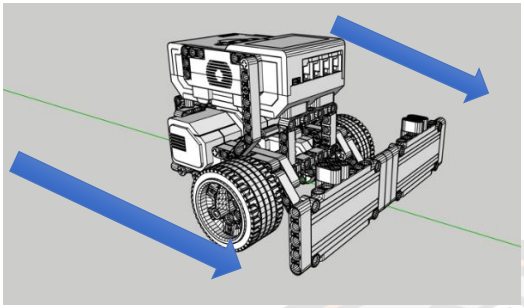
เฉลยข้อ D. ถูกทุกข้อที่กล่าวมาเนื่องจาก ปัจจัยในการทำให้เกิดความเร็วมีองค์ประกอบหลักที่ส่งผลโดยตรงได้แก่ความเร็วในการสั่งการของมอเตอร์หากสั่งให้มีการหมุนที่เร็วส่งผลโดยตรงทำให้

หุ่นยนต์วิ่งเร็วขึ้นหรือหากต้องการเพิ่มความเร็วอีกปัจจัยหนึ่งคือการเพิ่มอัตราทดโดยให้ฟันเฟืองที่มีขนาดใหญ่หมุนฟันเฟืองที่มีขนาดเล็กกว่าส่งผลต่อรอบของวงล้อที่หมุนเร็วกว่ามอเตอร์หรืออีกปัจจัยหนึ่งคือการเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อทำให้ 1 รอบมีระยะทางการวิ่งที่มากขึ้น

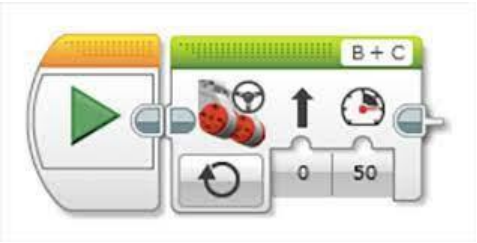
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 23

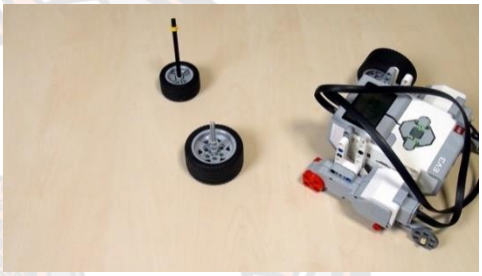
หากต้องการให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการดันวัตถุขนาดใหญ่ควรเสริมสิ่งใดในตัวหุ่นยนต์



A.ปรับความเร็วมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น



B.เพิ่มขนาดของล้อให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น



C.ใช้เฟืองทด ลดขนาดล้อ เพื่อเพิ่มแรงบิด

D.ปรับความสูงของตัวหุ่นให้มีความสูงที่มากขึ้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

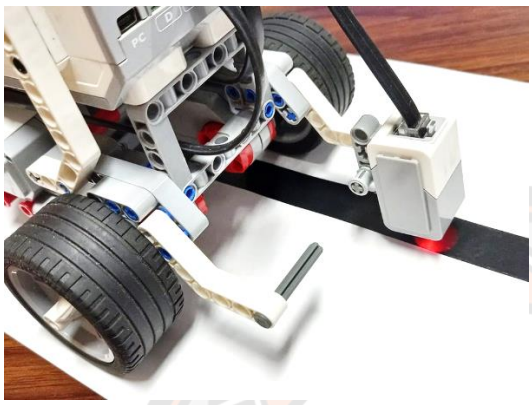
1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และ จำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้ 2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม(Abstraction)
เฉลยข้อ D. ถูกทุกข้อที่กล่าวมาเนื่องจาก ปัจจัยในการทำให้เกิดความเร็วมีองค์ประกอบหลักที่ส่งผลโดยตรงได้แก่ความเร็วในการสั่งการของมอเตอร์หากสั่งให้มีการหมุนที่เร็วส่งผลโดยตรงทำให้หุ่นยนต์วิ่งเร็วขึ้นหรือหากต้องการเพิ่มความเร็วอีกปัจจัยหนึ่งคือการเพิ่มอัตราทดโดยให้ฟันเฟืองที่มีขนาดใหญ่หมุนฟันเฟืองที่มีขนาดเล็กกว่าส่งผลต่อรอบของวงล้อที่หมุนเร็วกว่ามอเตอร์หรืออีกปัจจัยหนึ่งคือการเพิ่มเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อทำให้ 1 รอบมีระยะทางการวิ่งที่มากขึ้น

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 24

<table>
<tr><td rowspan="4">หากจำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์แสงในการเดินตามเส้นตัวเดียวสำหรับหุ่นยนต์ ข้อใด จะทำให้หุ่นยนต์ที่เดินด้วยเซ็นเซอร์แสงตัวเดียว วิ่งได้เร็วขึ้น
  </td><td>A เพิ่มความเร็วในคำสั่งหมุนมอเตอร์</td></tr>
<tr><td>B ลดองศาการเลี้ยวเมื่อเบนของหุ่นยนต์เจอเส้นดำ</td></tr>
<tr><td>C เพิ่มการตั้งค่ารับแสงให้รับสีโทนดำให้มากขึ้น</td></tr>
<tr><td>✓ D ถูกทั้งข้อ A และ B</td></tr>
<tr><td colspan="2">จุดประสงค์การเรียนรู้
1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้
1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้
1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และ จำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้
2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้
2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้
*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง</td></tr>
<tr><td colspan="2">ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</td></tr>
<tr><td colspan="2">หลักการคิดเชิงคำนวณ
การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)</td></tr>
</table>

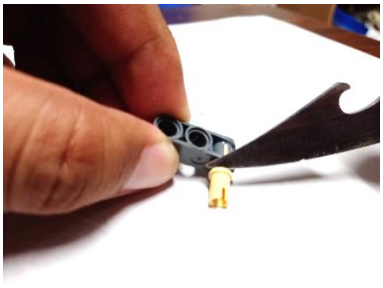
เฉลยข้อ D เนื่องจาก การเพิ่มความเร็วของหุ่นยนต์ส่งผลโดยตรงต่อความเร็วโดยรวมของหุ่นยนต์ และ การลดองศาการเลี้ยวเบน ทำให้หุ่นยนต์เดินเรียบขึ้นเนื่องจาก คำสั่งในการหัน มีองศาที่น้อยลง อาจน้อยลงจนเป็นวิถีโค้ง ทำให้ไม่ต้องขยับล้อมากส่งผลให้การวิ่งตรง มีความเร็วมากขึ้นในภาพรวม

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

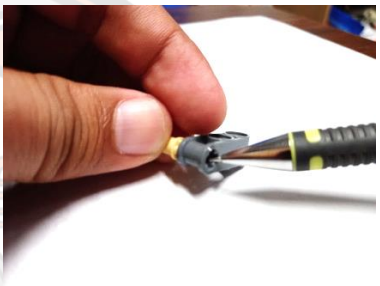
คำถามข้อที่ 25

จากภาพ หากมีชิ้นส่วนล๊อคแน่นติดกัน ไม่สามารถใช้มือดึงออกได้ ข้อใดคือวิธีการที่ถูกต้อง

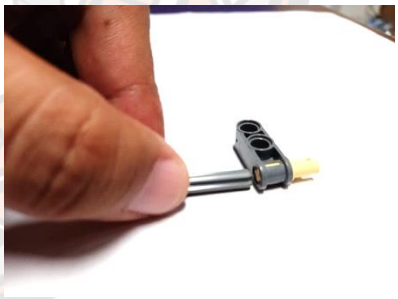
A ใช้มีดหรือของมีคมแกะชิ้นส่วนออก



Bใช้ปากกาหรือหัวดินสอดันออก



✓ Cใช้ชิ้นส่วนแกนแท่งกากบาทที่มีรูปทรงเดียวกัน ดันชิ้นส่วนออก



D ใช้เล็บจิกชิ้นส่วนออก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

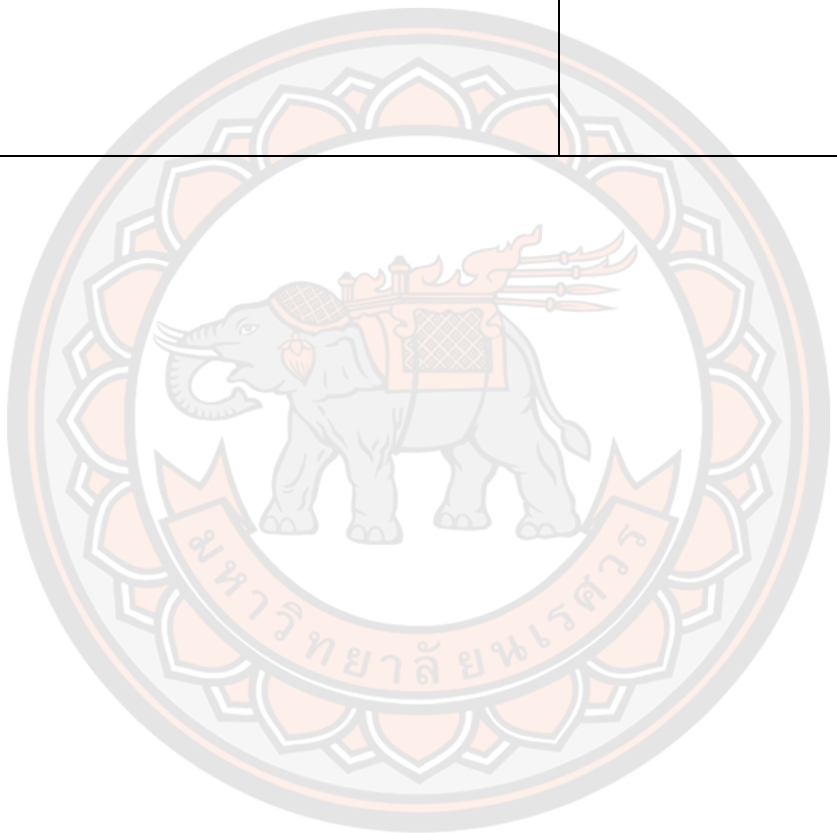
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

หลักการคิดเชิงคำนวณ

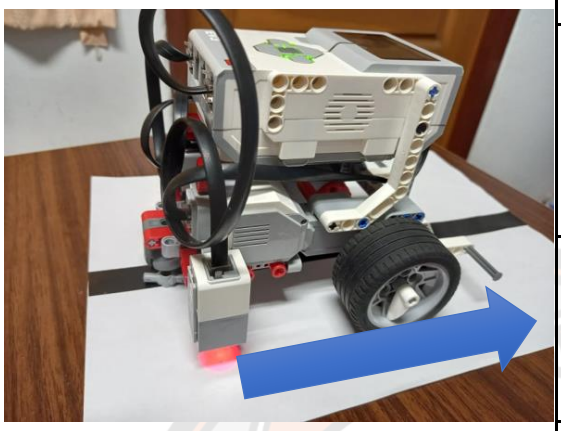
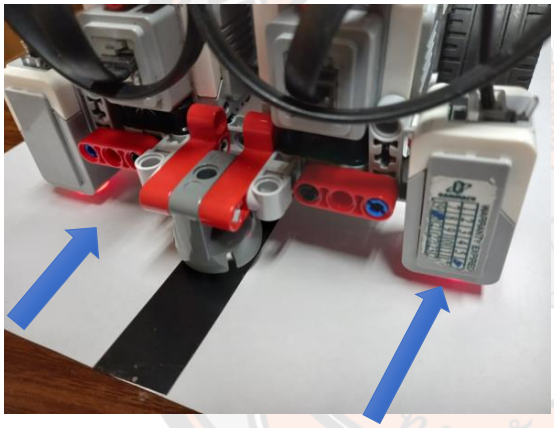
การแตกปัญหา (Decomposition) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

เฉลยข้อ C เนื่องจาก การดันชิ้นส่วนที่มีความแน่น จำเป็นต้องใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน แต่การใช้พลาสติกด้วยกันงัดออก เป็นวิธีที่ดีที่สุดเนื่องจาก พลาสติกด้วยกันมีความแข็งแรงของวัสดุเท่ากัน ทำให้เกิดการเสียหายได้ยากกว่า วัสดุอื่นเช่น ปลายมีดแหลม ปลายปากกา หรือดินสอ ซึ่ง วัสดุที่แข็งกว่าอาจทำให้ชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติกเสียหาย และหากใช้อวัยวะเช่น เล็บ หรือฟัน งัดชิ้นส่วนที่มีความแน่น ออก อาจทำให้เกิดการบิ่น หรือบาดเจ็บได้

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			



คำถามข้อที่ 26

หากติดเซนเซอร์วัดแสงบริเวณด้านหลังของหุ่นยนต์ จะสามารถเดินตามเส้นดำได้หรือไม่  	A สามารถเดินได้เนื่องจากเซนเซอร์แสงยังทำงานปกติ
	✓ B สามารถเดินตามเส้นได้ แต่อาจส่งผลต่อความผิดพลาดในการเดินเลี้ยว
	C ไม่สามารถเดินตามเส้นได้เนื่องจากตำแหน่งเซนเซอร์ไม่ได้อยู่ด้านหน้า
	D ไม่มีข้อใดถูก

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

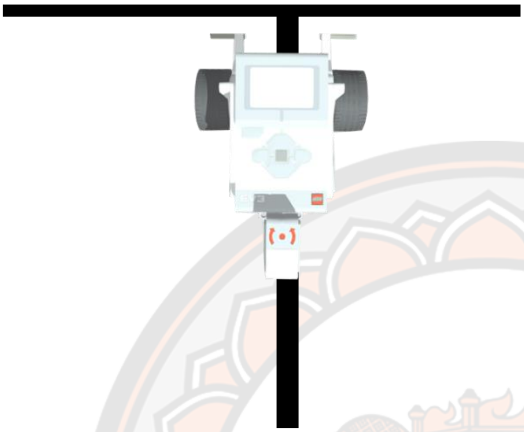
2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม(Abstration)
เฉลยข้อ B เนื่องจาก การติดเซนเซอร์ด้านหลังหุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นได้แต่อาจเกิดความผิดพลาดในการเดินเนื่องจาก หุ่นยนต์จะเดินไปข้างหน้าก่อนจะอ่านค่าสี ซึ่ง การสั่งให้เลี้ยวอาจทำให้เซนเซอร์อ่านค่าแสงเลยเส้นไป หรือ ตัวหุ่นยนต์อาจเลยเส้นไปก่อนการอ่าน หากเป็นทางตรงหรือโค้ง หุ่นยังจะสามารถตามเส้นได้ แต่หาก เป็นมุมเลี้ยวที่จำเป็นต้องใช้ความแม่นยำในการอ่านเส้น อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาด

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 27

เราสามารถวางเงื่อนไขได้อย่างไรเมื่อเจอเส้นดำด้านหน้าที่เป็นจุดตัด 	A เมื่อค่าของล้ออยู่ในรอบที่กำหนด จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	✓ B เมื่อเซนเซอร์แสงด้านซ้ายและด้านขวาเจอสีดำ เป็นตัวเช็ค จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	C เมื่อกำหนดค่าให้เซนเซอร์ทิศทางหันองศาของหุ่นยนต์ให้ตรงกับเงื่อนไข จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	D เมื่อใช้เซนเซอร์ระยะทางกำหนดความห่างของกำแพง จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

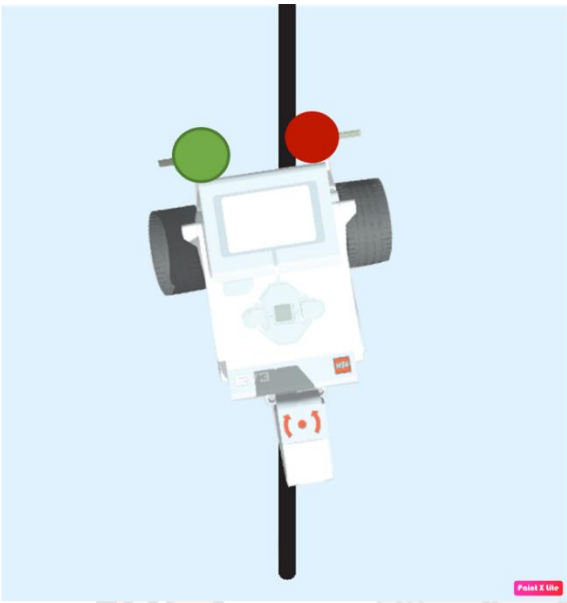
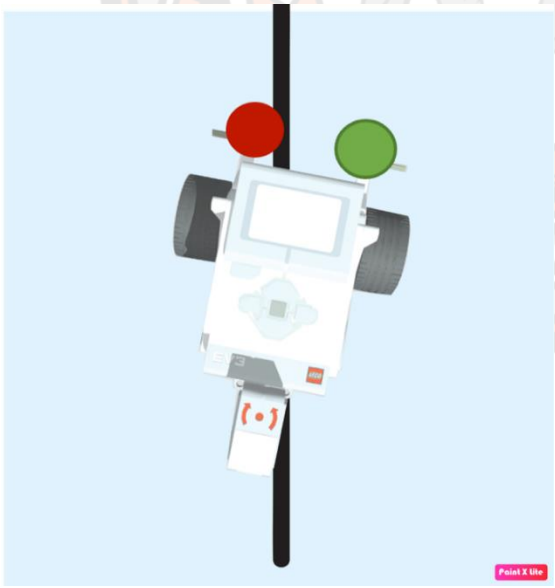
*มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

หลักการคิดเชิงคำนวณ การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)
เฉลยข้อ B เนื่องจากการเดินตามเส้นสีดำจำเป็นต้องใช้คุณสมบัติเฉพาะสำหรับการอ่านค่าแสง ทำให้การจับค่าของแสงสีขาวและสีดำที่มีค่าต่างกันอย่างชัดเจน หากเจอเส้นตัดทำให้ เซนเซอร์แสงด้านซ้ายและด้านขวา เป็นสีดำคู่ จึงเป็นการกำหนดเงื่อนไขที่ทำให้หุ่นยนต์รับรู้ว่า หุ่นยนต์ได้เดินทางไปถึงเส้นตัด และ เพื่อใช้เส้นตัดกำหนดทิศทางการเดินต่อไปของหุ่นยนต์

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

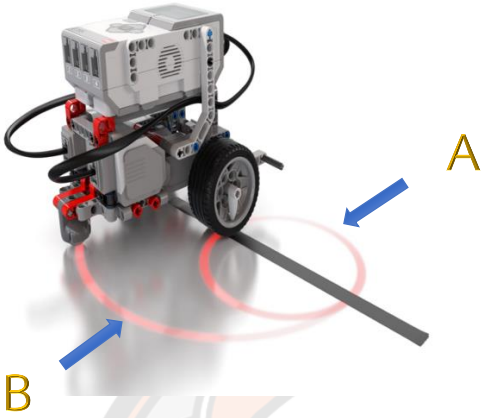
คำถามข้อที่ 28

การทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น ข้อใดวางลำดับการวางเงื่อนไขการเดินได้ถูกต้อง ภาพที่ 1  ภาพที่ 2 	A ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวาตรวจพบเส้นสีดำ ให้สั่งเดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบสีดำ ให้เลี้ยวซ้าย และหากเซนเซอร์แสดงทั้งสองตรวจพบสีขาวให้เลี้ยวขวา
	B หากเซนเซอร์แสงไม่ตรวจพบเส้นสีดำให้เดินตรง ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าตรวจพบสีดำทั้งซ้ายและขวา ให้เดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงทั้งสอง เจอสีขาวทั้งสองตัว ให้หยุดการเดิน
	C ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวามือเจอสีดำให้เลี้ยวซ้าย และ ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าซ้ายเจอสีดำให้เลี้ยวขวา และหากเจอเส้นสีดำทั้ง 2 ฝั่งให้เดินไปข้างหน้า
	✓ D ภาพที่ 1 เซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบเส้นดำ สั่งให้เลี้ยวขวา และภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านซ้ายตรวจพบค่าแสงสีดำ ให้เลี้ยวซ้าย หากตรวจพบไม่เจอเส้นสีดำ สั่งให้หุ่นยนต์เดินตรง

จุดประสงค์การเรียนรู้ 1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้ 1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้ 1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และ จำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้ 2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การแตกปัญหา (Decomposition) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)
เฉลยข้อ D ภาพที่ 1 เซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบเส้นดำ สั่งให้เลี้ยวขวา และ ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านซ้ายตรวจพบค่าแสงสีดำ ให้เลี้ยวซ้าย หากตรวจพบไม่เจอเส้นสีดำ สั่งให้หุ่นยนต์เดินตรง

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 29

จากภาพ กรเลี้ยวที่ตำแหน่ง A และการเลี้ยวที่ตำแหน่ง B ต่างกันอย่างไร  	✓ A วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนช้ากว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	B วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนเร็วกว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อซ้ายหยุดหมุน และล้อขวาหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	C วงเลี้ยวในตำแหน่ง B เป็นการเลี้ยววงกว้างเกิดจาก ล้อซ้ายหมุนช้ากว่าล้อขวา และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง A ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	D ทั้งสองเส้นทาง เกิดจากการหมุนสวนทางกันของล้อ โดย เส้นวงเลี้ยว A วงเลี้ยวแคบ เกิดจากการหมุนของล้อทั้ง 2 อย่างรวดเร็ว และ เส้น B การหมุนของล้อทั้ง 2 หมุนช้ากว่าทำให้การตีวงเลี้ยวกว้างกว่า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1 นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อย จากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

1.2 สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

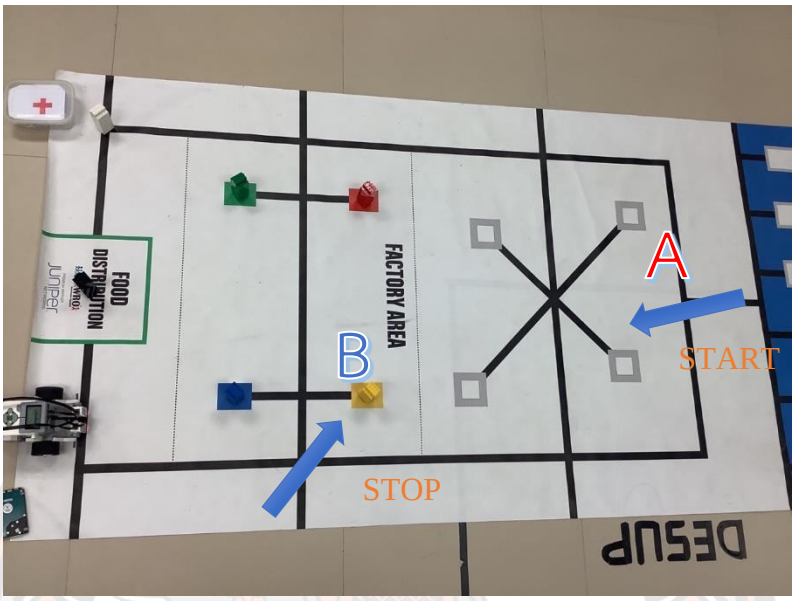
1.3 มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้ 2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ต ต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้ *มีความเข้าใจหลักการทำงานของชิ้นส่วนอย่างแท้จริง
ตัวชี้วัด ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง
หลักการคิดเชิงคำนวณ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)
เฉลยข้อ A วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนช้ากว่าล้อซ้าย และเส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A

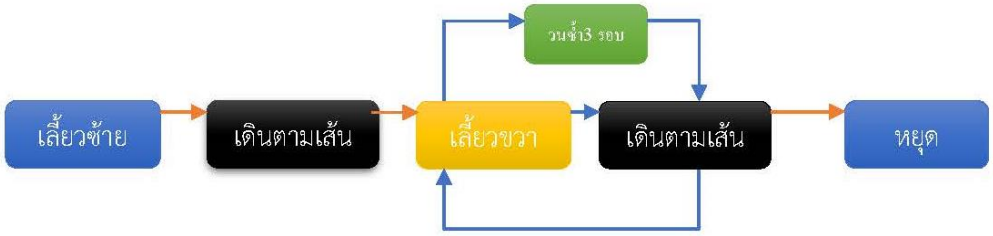
น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

คำถามข้อที่ 30

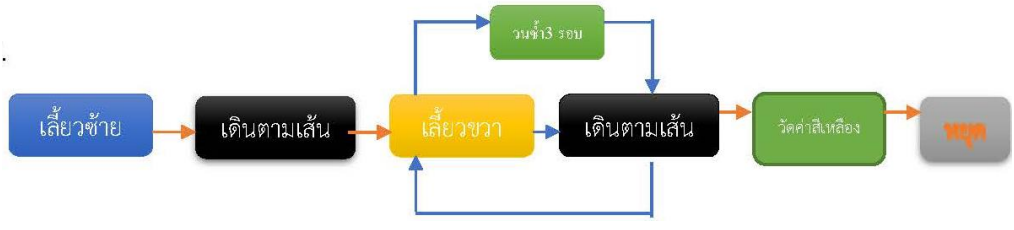
จากภาพต่อไปนี้ ข้อใดคือการวางลำดับที่ถูกร้องสำหรับการเดินจากจุด A ไปยัง จุด B ที่สั้นที่สุด



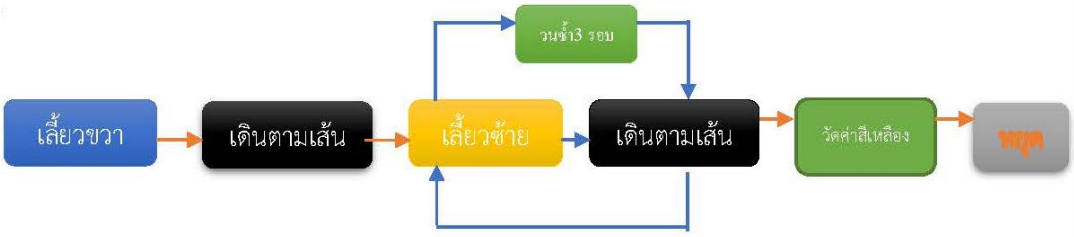
A.



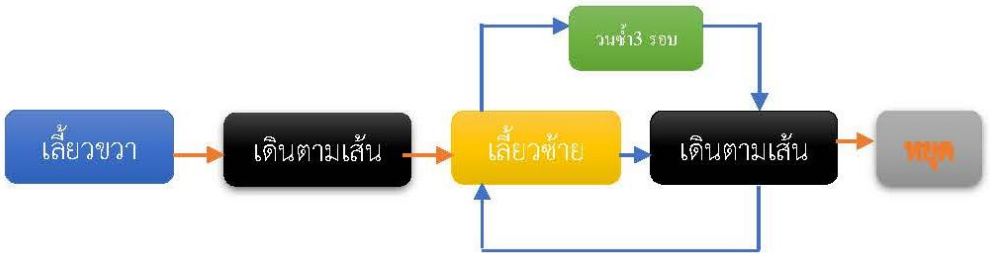
B.



C.



D.



จุดประสงค์การเรียนรู้

3.สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้(Abstraction) ใช้การสังเกต สามารถคาดเดาสิ่งที่เกิดขึ้นได้จากหลักการกลศาสตร์

4.เข้าใจกระบวนการพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm)

ตัวชี้วัด. ว 4.2 ม4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดในการพัฒนาโครงงานที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

หลักการคิดเชิงคำนวณ

การจดจำรูปแบบ (Pattern recognition)ความคิดด้านนามธรรม (Abstraction) และ การคิดขั้นตอนวิธี (Algorithm)

เฉลย ข้อ B เนื่องจาก การวางสเต็บการเดิน เราสามารถเขียนทดลงในกระดาษ โดยเส้นทางที่ไกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้น อยู่ฝั่งซ้ายมือ จึงให้หุ่นยนต์เลี้ยวไปทางด้านซ้าย และสั่งให้เดินตามเส้น จากนั้นให้เลี้ยวขวา เดินตามเส้น เป็นจำนวน สามครั้ง และเนื่องจาก จุด B ตรงกับสีเหลือง จึงจำเป็นต้องมีการวัดค่าสีเหลืองให้ตรงกับเงื่อนไข เป็นการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนทำการเข้าจอดที่จุด B

น้ำหนักคะแนน	-1	0	1
ความสอดคล้องของข้อคำถามและจุดประสงค์การเรียนรู้			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและตัวชี้วัด			
ความสอดคล้องของข้อคำถามและหลักการคิดเชิงคำนวณ			
ความถูกต้องของเนื้อหา			
ข้อเสนอแนะ			

ลงชื่อ..... .....ผู้ประเมิน

(.....)

ภาคผนวก จ ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตาราง 8 ภาพรวมของช่วงกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมในวันที่	ช่วงที่	รายการกิจกรรม	ช่วงเวลา
1.ทำความรู้จักกับ Lego Mindstorms	Phase 1	- ทำความรู้จักกับอุปกรณ์ในกล่อง และการจัดเก็บชิ้นส่วนอย่างเป็นระบบ ไม่ให้ชิ้นส่วนหาย และอยู่ครบ -ทำความรู้จักกับอุปกรณ์เซนเซอร์ต่าง ๆ ที่ให้มาในกล่อง	180 นาที
	Phase 2	-เริ่มต้นประกอบหุ่นยนต์พื้นฐาน การเชื่อมต่อสายไฟกับอุปกรณ์เซนเซอร์และมอเตอร์ -การอ่านค่าอุปกรณ์เบื้องต้นด้วยคำสั่งพอร์ตวิว(Port View)เพื่อใช้ดูข้อมูลของอุปกรณ์และช่วยในการเขียนโปรแกรม -การเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วย บริค (Brick Program) ในกล่อง	180 นาที
2.การประกอบหุ่นยนต์และการติดเซนเซอร์	Phase 3	-การติดตั้ง เซนเซอร์ และการเขียนโปรแกรมกับเซนเซอร์ต่าง ๆ -การประกอบแขนยกแบบต่าง ๆ -การใช้ความรู้เรื่องอัตราทดเพื่อใช้ออกแบบระบบทดแรงในหุ่นยนต์	180 นาที
	Phase 4	-การพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ การใช้ผังงานช่วยในการออกแบบจัดระเบียบวิธีคิด ก่อนการเขียนโปรแกรม -โจทย์ท้าทายสนามย่อยวันที่ 2	180 นาที
3.การเขียนโปรแกรม	Phase 5	-การใช้คำสั่งควบคุมพื้นฐาน คำสั่งในการวิ่ง 2 ล้อ โดยกำหนด เวลา การนับรอบ การหมุนองศาดีกรี ในการกำหนดการทำงานของล้อ -การเขียนโปรแกรมกับเซนเซอร์ต่าง ๆ ด้วยภารกิจย่อย เช่น การหยุดเมื่อเจอเส้นสีดำ	360 นาที

กิจกรรมในวันที่	ช่วงที่	รายการกิจกรรม	ช่วงเวลา
		การหยุดเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง การใช้เซนเซอร์สัมผัสในการรับรู้การชน เพื่อวางแผนการทำงานต่าง ๆ ในการสั่งการ - โจทย์ท้าทายสนามย่อยวันที่ 3	
4.กิจกรรมวันที่ 4 การสร้างหุ่นยนต์เพื่อพิชิตโจทย์	Phase 6	กำหนดกติกาการทดสอบหุ่นยนต์ในแต่ละทีมเพื่อทำโครงงานหุ่นยนต์ ตามกติกาที่ได้กำหนดไว้ -นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดำเนินการในการพัฒนาหุ่นยนต์ ตามหลักแนวคิด และขั้นตอนของการดำเนินโครงงาน ออกแบบหุ่นยนต์เอง พร้อมทั้ง ใช้หลักการคิดเชิงคำนวณมาเป็นต้นแบบ ในการเขียนโค๊ดโปรแกรม -ทำการซ้อมทดสอบในสนามที่มีอุปสรรค สิ่งกีดขวางตามโจทย์	360 นาที
5.การทดสอบหุ่นยนต์จากสถานการณ์จริง	Phase 7	-ให้แต่ละกลุ่มแสดงผลงาน การพัฒนาหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ ผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น มีการนับคะแนนในแต่ละภารกิจที่ดำเนินโดย นักเรียนรุ่นพี่ชมรมหุ่นยนต์โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยพะเยา -รายงานผลประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ ในแต่ละกลุ่มโครงงาน -ปิดการอบรมโครงงานหุ่นยนต์	360 นาที

กิจกรรมวันที่ 1 อุปกรณ์ในกล่อง Lego Mindstorms EV3 และ
การจัดเก็บชิ้นส่วนอย่างเป็นระบบ

กิจกรรมวันแรก ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ Lego Mindstorms Ev3 ซึ่ง มีการหลักการในการอ่านคู่มือการจัดเก็บ ที่มีมาตรฐานของหุ่นยนต์เลโก้ เช่น จำนวนรูของชิ้นส่วน ปริมาณของชิ้นส่วน ความยาวของชิ้นส่วน และ การเก็บรักษาชิ้นส่วนอย่างเป็นระบบไม่ให้หายไปจากกล่อง รู้จักเซนต์เซอร์ต่าง ๆ ที่ให้มาในกล่อง ทั้งหมด รวมถึงกล่องควบคุม การทำงาน การอ่านค่าต่าง ๆ ผ่าน พอร์ด รับเข้า และส่งออก ที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ และ เซนเซอร์ การเขียนโปรแกรมจากกล่อง Lego Mindstorms ด้วย การใช้คำสั่ง Brick Program

การดำเนินการกิจกรรมวันนี้ อยู่ภายไต้การดูแลของนักเรียนรุ่นพี่ ชมรมหุ่นยนต์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา จำนวน 9 คน ซึ่งจะคอยดูแลควบคุมกิจกรรมโครงงานหุ่นยนต์

กิจกรรมวันที่ 2 การประกอบหุ่นยนต์ การติดเซ็นเซอร์
และการเขียนโปรแกรมเบื้องต้นด้วยคอมพิวเตอร์ PC

ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เกี่ยวกับการประกอบเซนเซอร์ต่าง ๆ เข้ากับตัวหุ่นพื้นฐานที่ประกอบเสร็จในวันแรก การยกชิ้นส่วนของแขนกลในลักษณะต่าง ๆ ความรู้เรื่องเฟืองและอัตราทดเฟืองที่จำเป็น ต้องใช้ในการออกแบบระบบผ่อนแรงด้วยอัตราทด ที่ช่วยในการออกแบบหุ่นยนต์ การเขียนโปรแกรม สั่งการคอร์ดต่าง ๆ การหมุนมอเตอร์โดยใช้เวลา (Second) การหมุนมอเตอร์ โดยใช้รอบ ของการหมุน (Rotation) การหมุนมอเตอร์โดยใช้องศาดีกรี (Degree) เพื่อความแม่นยำ

กิจกรรมวันที่ 3 การเขียนโปรแกรมเงื่อนไขต่าง ๆ

ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การใช้คำสั่งเดินหน้าถอยหลังตามเวลาที่กำหนดการใช้คำสั่งเดินหน้าถอยหลังโดยการนับรอบล้อและดีกรีตามระยะทางที่กำหนดการใช้เซ็นเซอร์ต่าง ๆ โดยการสั่งให้หยุดเมื่อเจอเส้นดำ การสั่งให้หุ่นยนต์แสดงออกในลักษณะต่าง ๆ เมื่อเจอสีที่ต่างกัน การใช้อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์การใช้ touch sensor การเบนองศาด้วยไจโรเซ็นเซอร์ (Gyro Sensor) การเขียนโปรแกรมคำสั่งเงื่อนไขต่าง ๆ การพัฒนาการคิดด้วยการวางแผน ด้วยผังงานการทำให้ผังงานที่กำหนดไว้ กลายเป็น โปรแกรม การเดินตามเส้นของหุ่นยนต์ด้วยเซ็นเซอร์ตัวเดียวการเดินตามเส้นของหุ่นยนต์ด้วยเซ็นเซอร์ 2 ตัวการเดินตามเส้นของหุ่นยนต์โดยใช้การนับเส้นตัดเพื่อระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ในสนามแข่ง

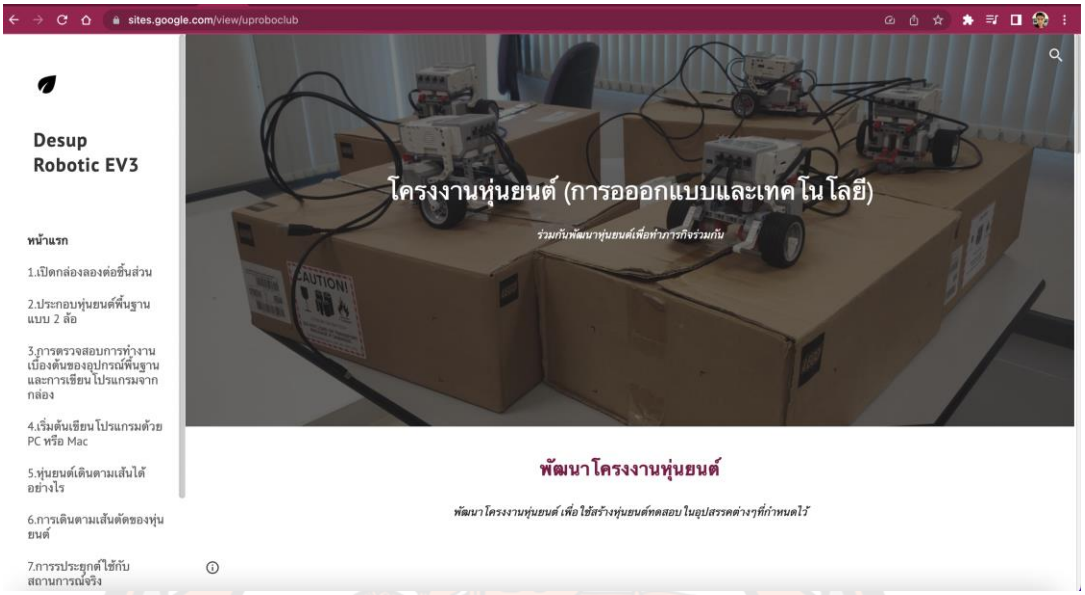
กิจกรรมวันที่ 4 การสร้างหุ่นยนต์เพื่อพิชิตโจทย์

กำหนดกติกาการทดสอบหุ่นยนต์ในแต่ละทีมเพื่อทำโครงงานหุ่นยนต์และเพื่อให้หุ่นยนต์ที่ใช้หลักการพัฒนาด้วยโครงงานมาทดสอบ ตามกติกาที่ได้กำหนดไว้หลังจากนั้นให้นักเรียนในแต่ละกลุ่ม ดำเนินการในการพัฒนาหุ่นยนต์ ตามหลักแนวคิด และขั้นตอนของการดำเนินโครงงาน พร้อมทั้งใช้หลักการคิดเชิงคำนวณมาเป็นต้นแบบ ในการเขียนโค๊ดโปรแกรมหลังจากดำเนินการเสร็จ จึงทำการทดสอบในสนามจริง

กิจกรรมวันที่ 5 การทดสอบหุ่นยนต์จากสถานการณ์จริง

ผู้เรียนจะได้แสดงผลงาน การพัฒนาหุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์ ผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น และมีการนับคะแนนในแต่ละภารกิจที่ดำเนินโดยนักเรียนรุ่นพี่ชมรมหุ่นยนต์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ภาคผนวก ฉ เว็บไซต์ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้



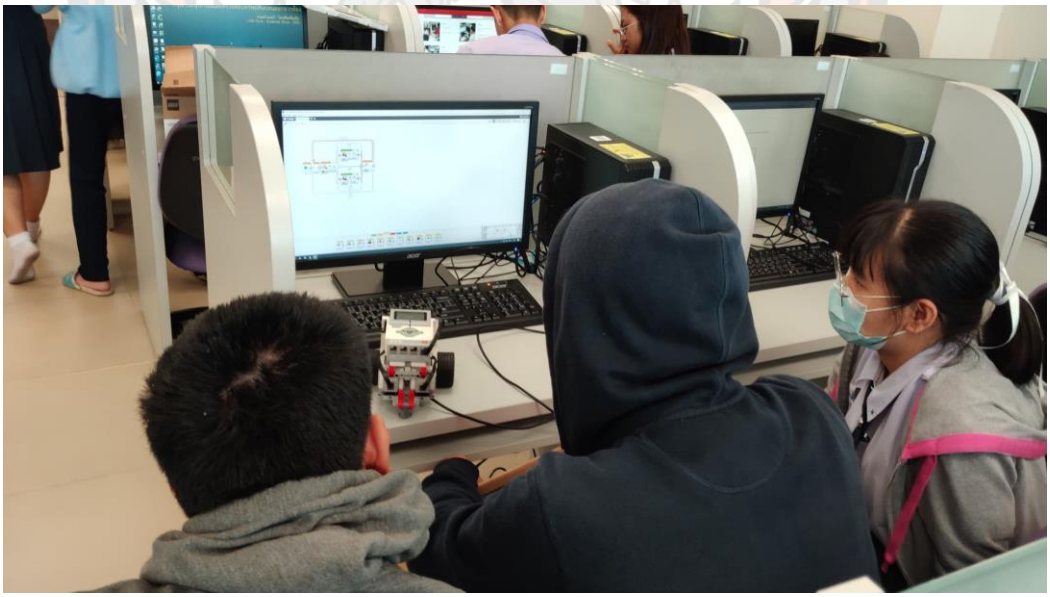
sites.google.com/view/uproboclub/4-เริ่มต้นเขียนโปรแกรมด้วย-pc-หรอ-mac?authuser=0
Desup
Robotic EV3
หน้าแรก
1.เปิดกล่องลองต่อชิ้นส่วน
2.ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐาน แบบ 2 ล้อ
3.การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์พื้นฐานและการเขียนโปรแกรมจากกล่อง
4.เริ่มต้นเขียนโปรแกรมด้วย PC หรือ Mac
5.หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร
6.การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์
7.การรประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง
การเขียนโปรแกรม 1
ก่อนการเขียนโปรแกรมต้องมีการเริ่มต้นสำหรับการวางแผนและต้องรู้การวัดระยะทางในลักษณะต่างๆ ซึ่งเราสามารถใช้ทั้งระยะทางรอบล้อและระยะเวลากำหนดการเดินของหุ่นยนต์ได้
คำถาม
1. ทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในระยะ 30 เซนติเมตรได้อย่างไร
หุ่นยนต์ทุกตัวสามารถมีอุปกรณ์วัดรอบรออยู่บริเวณลูกล้อ

sites.google.com/view/uproboclub/5-หนยนตเดนตามเสนไดอยางไร?authuser=0
Desup
Robotic EV3
หน้าแรก
1.เปิดกล่องลองต่อชิ้นส่วน
2.ประกอบหุ่นยนต์พื้นฐาน แบบ 2 ล้อ
3.การตรวจสอบการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์พื้นฐานและการเขียนโปรแกรมจากกล่อง
4.เริ่มต้นเขียนโปรแกรมด้วย PC หรือ Mac
5.หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร
6.การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์
7.การรประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง
กรณีใช้เซนเซอร์แสง 2 ตัว
เมื่อหุ่นยนต์ติดตั้งเซนเซอร์แสง 2 ตัว ทำให้การเดินตามเส้น มีความแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งในการแข่งขัน WRO นิยมใช้การเดินตามเส้นโดยเซ็นเซอร์ทั้งสองตัวด้านหน้าเนื่องจากสามารถทำเวลาได้ไวกว่าและมีความแม่นยำมากกว่าอีกทั้งยังสามารถนับเส้นตัดได้แม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุหรือเป้าหมายที่ต้องการได้การทำงานของ หุ่นยนต์ที่มีเซ็นเซอร์สองตัวมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้
การใช้เซนเซอร์แสง 2 ตัวในการนำทาง สามารถแบ่งเป็น 3 กรณี ดังต่อไปนี้
1.หากเป็นกรณีที่ใช้ให้ร้อยขวาหมุนด้วยความเร็ว 30 องศาทำให้หุ่นเบนไปทางด้านซ้าย
2.หากเป็นกรณีที่ไม่ใช่หรือไม่เข้ากรณีเงื่อนไขให้ล้อซ้ายหมุนด้วยความเร็ว 30 เพื่อให้หุ่นยนต์จะเบนไปทางขวา

ภาคผนวก ช บรรยากาศการจัดกิจกรรม

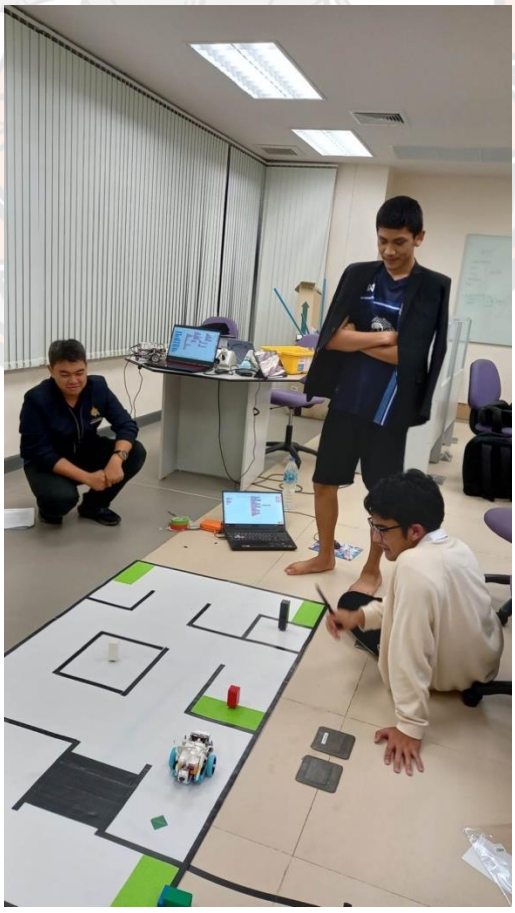
เตรียมความพร้อม หุ่นยนต์ ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรม

การฝึกการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น

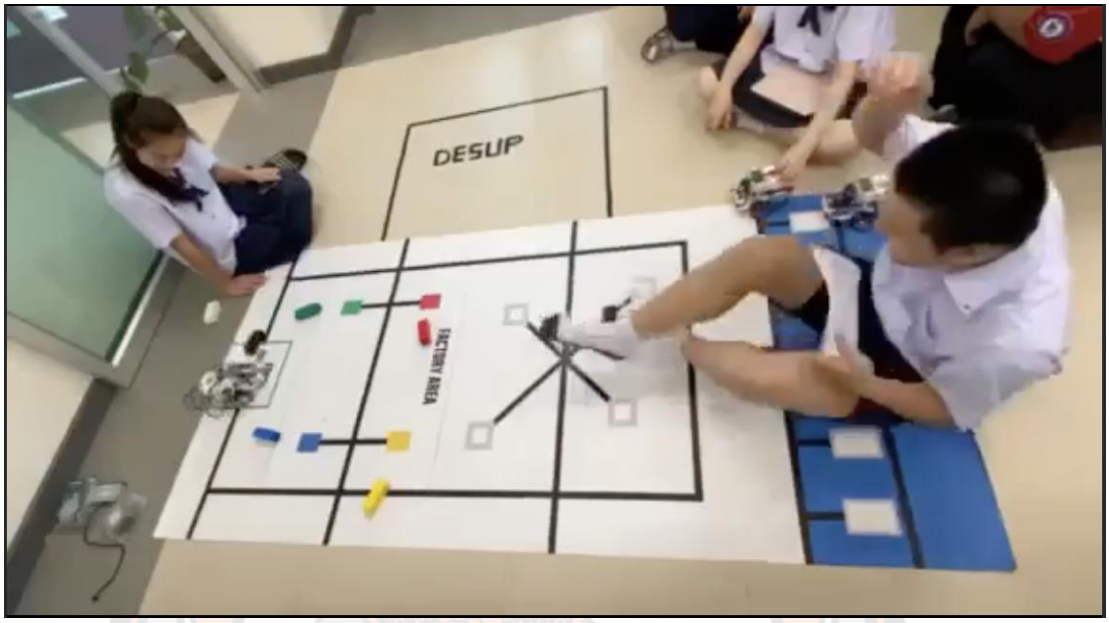


การทดลองย่อย การเดินเป็นสี่เหลี่ยมโดยใช้คำสั่งวนซ้ำเพื่อกำหนดรูปแบบการทำงานที่ต้องทำซ้ำ

รุ่นพี่ชมรมหุ่นยนต์นำความรู้ต่อยอดเพื่อเตรียมมตัวจัดค่ายหุ่นยนต์เพื่อถ่ายทอดความรู้สู่รุ่นน้อง

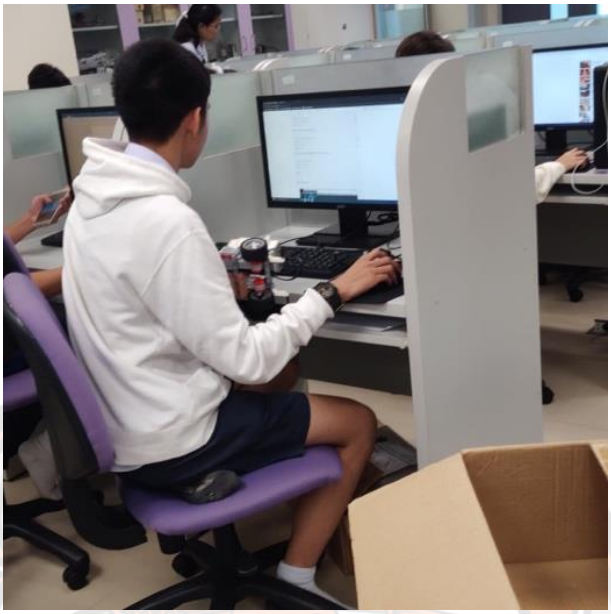


การทำภารกิจย่อยโดยให้หุ่นยนต์เดินไปยังทิศทางที่กำหนดสำเร็จ



สมาชิกภายในกลุ่ม มีการสนทนาแลกเปลี่ยนถ่ายทอดความรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์

การสืบค้นข้อมูลของนักเรียนในการทดลองการพัฒนาหุ่นยนต์



ความสนุกที่เกิดจากการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์

การเขียนแผนภาพการทำงานการเดินของหุ่นยนต์

การสนทนาแลกเปลี่ยนความระหว่างสมาชิกในกลุ่ม

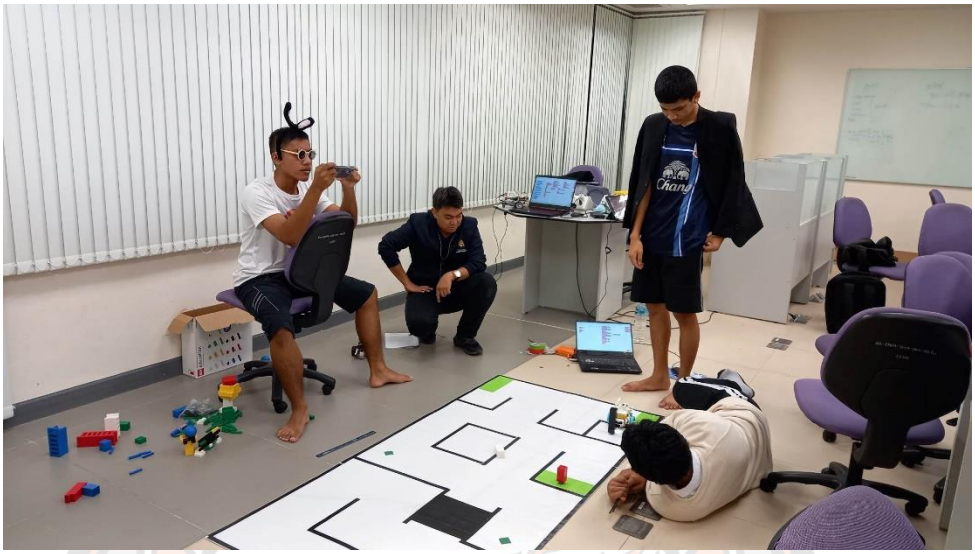
การช่วยกันประกอบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์เกิดการแลกเปลี่ยนกันกับนักเรียนกลุ่มข้าง ๆ

นักเรียนที่สนใจในการเข้าร่วมแข่งขันหุ่นยนต์เพื่อทำการฝึกฝนในการแข่งระดับนานาชาติ

ชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3 และ Lego Spike Prime

รางวัลการแข่งขันหุ่นยต์ระดับนานาชาติ พร้อมเหรียญและใบประกาศ

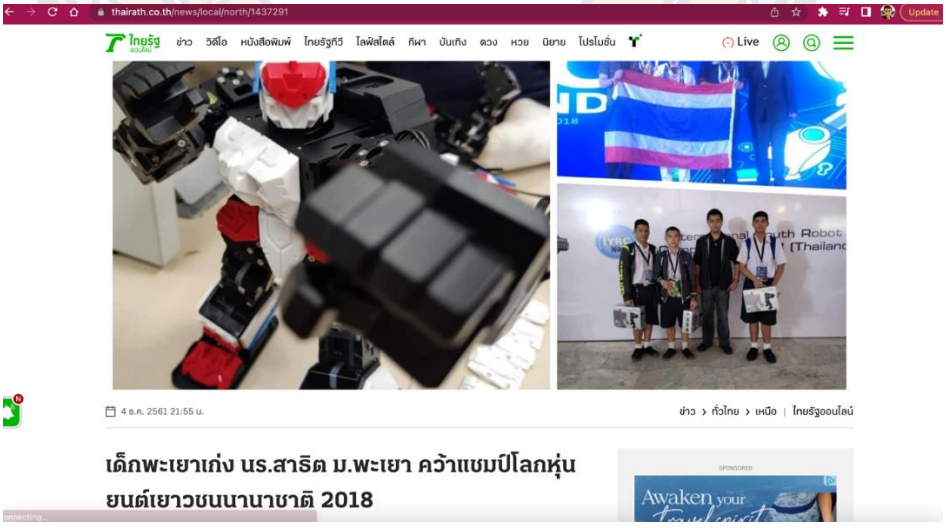
พี่ ๆ ในชมรมช่วยกันจัดค่ายหุ่นยนต์ให้แก่รุ่นน้อง



พี่ ๆ ในชมรมช่วยกันจัดค่ายหุ่นยนต์ให้แก่รุ่นน้อง

การชนะในรายการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับนานาชาติ สร้าง ชื่อเสียงให้แก่สถาบัน

ข่าวการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับนานาชาติ ลงสำนักข่าว ไทยรัฐออนไลน์



ข่าวการแข่งขันหุ่นยนต์ในระดับนานาชาติ ลงสำนักข่าว กรุงเทพธุรกิจออนไลน์

bangkokbiznews.com/pr-news/biz2u/265091

ประชาสัมพันธ์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา คว้าแชมป์หุ่นยนต์โลก เป็นปีที่ 2

19 ส.ค. 2562 เวลา 18:38 น. | 1.1k

รับรางวัลชนะเลิศ (รักษาแชมป์โลกครั้งที่2) ในการแข่งขันหุ่นยนต์เยาวชนระดับ

กรุงเทพธุรกิจ
เกาะติด ความเคลื่อนไหว
เศรษฐกิจ-ลงทุน

แชร์ข่าว

ข่าวล่าสุด

เขย่า ก.ล.ต. ไอพีโอเรคคอร์ด
04 เม.ย. 2566 | 9:30 | 6

"ลุงป้อม-เพื่อไทย" ต่อแล้ว ตัดไม่ขาด
04 เม.ย. 2566 | 9:26 | 16

ALL จ่ายครบแล้วดอกเบี้ยหุ้นกู้ ALL244A ค้างชำระ 6.3 ล้านบาท
04 เม.ย. 2566 | 9:17 | 13

ภาคผนวก ซ รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รูปแบบการจัดการการเรียนการสอนแบบโครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

นายศริทธิ์ พร้อมเทพ

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ รุจโรจน์ แก้วอุไร

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
2565

ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ

ในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 เต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีที่มีความรวดเร็ว ชีวิตประจำวันที่มีการทำงานในหลายอาชีพถูกทดแทนด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีและมีแนวโน้มในการถูกทดแทนมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตอันใกล้ ซึ่งความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยี รวมไปถึงความสามารถในการเรียนรู้ทักษะทางเทคโนโลยีและการสร้างนวัตกรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพในโลกที่เต็มไปด้วยการแข่งขันทางเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาโดยการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 จึงต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ รู้จักการตั้งคำถาม มีการคิดวิเคราะห์ มีความคิดสร้างสรรค์ ทำงานเป็นทีม รู้จักกลั่นกรองข้อมูลที่สืบค้นทางอินเตอร์เน็ต และรู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง มีคุณธรรม จริยธรรม รู้สิทธิหน้าที่ของตนเองให้ความเคารพสิทธิและหน้าที่ของผู้อื่น เสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อเฟื้อต่อการพัฒนาคุณภาพของคนในสังคมให้เข็มแข็งสามารถเป็นภูมิคุ้มกันการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในอนาคต (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555)

การขยายตัวทางด้านเทคโนโลยีส่งผลโดยตรงต่ออาชีพการทำงานและความเป็นอยู่ การเติบโตของระบบอัตโนมัติและปัญญาประดิษฐ์ ถูกนำมาช่วยในการทำงานเพิ่มความรวดเร็วแม่นยำ ลดความผิดพลาดในขั้นตอนการผลิต รวมถึงการเพิ่มมูลค่าด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรม ทำให้ระบบงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นกว่าในอดีต ส่งผลให้หลายอาชีพดั้งเดิมที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานตายตัวมีโอกาสที่เทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาทำงานแทนที่มากขึ้น จากการปรับตัวทางด้านเทคโนโลยีนี้ จำเป็นต้องเน้นย้ำถึงการเรียนรู้ให้เท่ากันต่อการพัฒนาเทคโนโลยี ศึกษาการทำงานร่วมกับเทคโนโลยีในการประกอบอาชีพสมัยใหม่ การใช้เทคโนโลยีในการทำงานถือเป็นทักษะที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตการทำงานในสภาพสังคมปัจจุบัน ที่ขับเคลื่อนไปด้วย ฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ และความรู้ด้าน โปรแกรมมิ่ง (Marcos, 2015) ซึ่งความสามารถในการใช้เทคโนโลยีนั้นแป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนเศรฐกิจในอนาคต ซึ่ง ทักษะด้านเทคโนโลยี และทักษะทางการเขียนโปรแกรม กำลังเป็นที่ต้องการอย่างมากในตลาดแรงงาน ทำให้การเรียนรู้ด้านการเขียน โปรแกรม หุ่นยนต์ เริ่มเข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอนตาม มาด้วย เนื่องจาก การแข่งขันทางเทคโนโลยี ส่งผลให้การนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ เข้าถึงผู้คนได้ง่ายมากยิ่งขึ้น มีตัวเลือกที่หลากหลาย มีราคาที่ถูกลง การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอนจึงเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้น เนื่องจาก หุ่นยนต์ เป็นการบูรณาการในด้าน ของสะเต็มศึกษา (STEM) ที่มีการบูรณาการความรู้ในสาขาที่เกี่ยวข้องกันได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) จำเป็นต้องใช้ความรู้ในแต่ละด้านร่วมกันเพื่อสร้างผลงานหุ่นยนต์เพื่อใช้แก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน ทั้งนี้ หุ่นยนต์สามารถทำให้นักเรียน มีความรู้สึกสนุก จุดประกายให้เกิดทักษะการคิด การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันเป็นทีม และ ความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา

มาใช้ได้กับนสถานการณ์จริง ที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยผู้เรียนต้องใช้ความรู้ความสามารถ เชื่อมโยงคิดวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณนี้เป็นทักษะที่เสริมศักยภาพในการแก้ปัญหาที่รวดเร็ว โดยที่สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ มีความซับซ้อนสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการคิดเชิงคำนวณนี้ได้มาจากการจำลองกระบวนการแก้ปัญหาด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการทำงานในชีวิตประจำวันได้ โดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรม เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหาที่นำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธีการ หรือ อัลกอริทึม (Algorithm) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันหรือคล้ายกันได้ทุกรูปแบบ เป็นกระบวนการจัดการที่สามารถจัดกากับปัญหาที่มีความยากซับซ้อนมีขนาดใหญ่ให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นระบบ และเกิดประโยชน์สูงสุด อันเป็นผลเกี่ยวข้องกับการใช้ทักษะ แนวคิด และเทคนิค ซึ่งสามารถพัฒนาได้ตลอดเวลา ทั้งนี้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ประกอบด้วย วิธีการคิด การคิดเชิงคำนวณ กระบวนการแก้ปัญหา ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ขั้นตอน พฤติกรรม ปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบ รวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนากระบวนการจัดการปัญหาที่เป็นวิธีการ เพื่อให้ได้ลำดับขั้นตอนการจัดการกับปัญหา และนำไปสู่การพัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) เพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในลักษณะเดียวกันได้ทุกรูปแบบ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีความสนใจแนวทางการจัดเรียนรู้ในรูปแบบของโครงงานเป็นฐาน ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนสามารถเลือกสิ่งที่น่าสนใจตามความถนัดและความสามารถของตนเอง โดยมุ่งเน้นการฝึกฝนจากการลงมือปฏิบัติจริง มีการดำเนินการเป็นขั้นตอนทำให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนเป็นลำดับ การออกแบบแผนการเขียนผังงาน ไปจนถึงการนำผังงานไปดำเนินการเขียนโปรแกรมสั่งการ ผู้เรียนสามารถนำกระบวนการขั้นตอนของการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานมาดำเนินการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ สามารถใช้ทักษะความรู้ ที่ผสานความรู้เดิม และความรู้ใหม่ สามารถทำงานร่วมกับสมาชิกคนอื่น ๆ ในการร่วมกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง สอดคล้องกับ กุลรภัส เทียมพร (2559) ที่กล่าวถึงรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนให้ได้รับความรู้โดยผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าด้วยตนเองอย่างเป็นขั้นตอนมีกระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบค้นข้อมูล และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ร่วมกับการแก้ปัญหาได้ช่วยเพิ่มทักษะการเรียนรู้ในชีวิตจริง สร้างสรรค์ออกมาเป็นผลงาน หรือชิ้นงานพัฒนาหรือแสดงออกถึงความสามารถของการทำงานตามที่ผู้เรียนต้องการนำเสนอ เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอตนเอง สอดคล้องกับ ดุษฎี โยเหลา (2557) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึงการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวผู้เรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองนำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญโดยผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานเป็นกลุ่มที่จะ

นำมาสู่การสรุปความรู้ที่ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลจากการจัดกิจกรรมโครงงานที่เป็นผลงานอย่างเป็นรูปธรรม

รูปแบบการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายนี้ มุ่งเน้นการใช้หุ่นยนต์ในการเป็นสื่อการเรียนการสอนที่สามารถถ่ายทอดวิชาความรู้ ในศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ที่มีความสัมพันธ์กันในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง และสถานการณ์จริง และมุ่งเน้นให้นักเรียนนำทักษะการคิดเชิงคำนวณมาปรับใช้กับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอน สามารถวางแผน ออกแบบแนวทางแก้ไขสถานการณ์ สามารถเขียนชั้นตอนวิธี ในการจัดการแก้ปัญหา ส่งเสริมการทำงานเป็นทีมในการแก้ปัญหาโจทย์ จากสถาณการณ์จริงรูปแบบการสอนนี้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ฝึกให้มีปฏิสัมพันธ์ทำงานร่วมกันภายไต้สถานการณ์จริง และคำถามโจทย์ปัญหาที่กะตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์อย่างมีหลักการ สามารถให้เหตุผลประกอบจากสิ่งต่าง ๆ องค์ประกอบ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างเป็นกระบวนการ ตามขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้น

แนวคิดและทฤษฎีที่พื้นฐานของรูปแบบ

แนวคิดและทฤษฎีพื้นฐานของรูปแบบ การเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ทฤษฎีดังต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

ธีรพัฒน์ วงศ์คุ้มสิน (2563) การเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานเป็นฐานหมายถึงกระบวนการการจัดการการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทุกขั้นตอนของการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงตั้งแต่การสำรวจค้นคว้าวางแผนการเรียนรู้การออกแบบการเรียนรู้การสร้างสรรค์ประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่เรียนมาและการประเมินผลงานโดยผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้จัดการเรียนรู้กลัวมือความสะดวกหรือผู้ให้คำแนะนำปรึกษาเพื่อให้โครงงานสำเร็จลุล่วง

William (2012) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่าผู้เรียนจะเป็นผู้ที่เลือกปัญหาที่ต้องการหาคำตอบเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงและมีความสำคัญจากนั้นทำการพัฒนาโครงงานขึ้นมาเพื่อหาคำตอบในการแก้ปัญหาเหล่านั้นและสื่อสารให้คนอื่นรับรู้

Barell (2010) การเรียนรู้ที่ยึดโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่นักเรียนจะแก้ปัญหาที่แท้จริงและปัญหาที่พวกเขาพบเป็นสิ่งที่มีความหมายและสามารถตรวจสอบแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการที่นักเรียนต้องทำงานร่วมกันเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านั้น

พิมพ์พรรณ เดชะคุปต์ (2553) โครงงานหมายถึงการศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่และวิธีการใหม่ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษาความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่และวิธีการใหม่นั้นทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

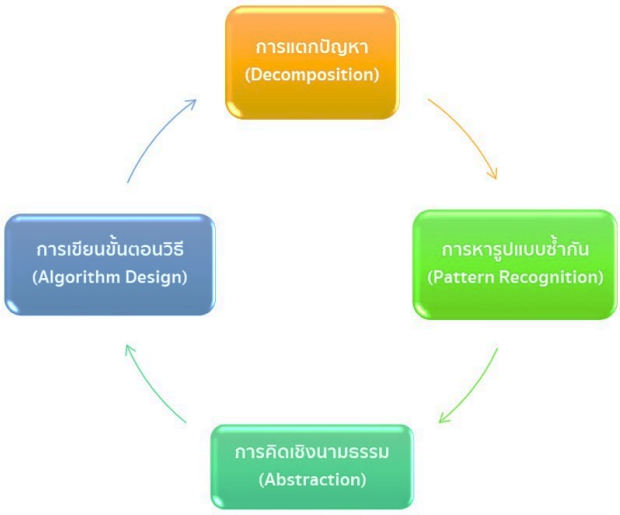
KM CHIL (2558) กล่าวถึงการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นการจัดการการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญรูปแบบหนึ่งที่เป็นการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษาสำรวจค้นคว้าทดลองประดิษฐ์คิดค้นโดยครูเปลี่ยนบทบาทจากผู้ให้ความรู้ (Teacher) ที่เป็นพวกหน่วยความสะดวก (Facilitator) หรือผู้ให้คำแนะนำ (Guide) ทำหน้าที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีมกระตุ้นแนะนำและให้คำปรึกษาเพื่อนโครงงานสำเร็จลุล่วง

สรุปการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานคือรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยให้ผู้เรียนเลือกปัญหาที่ต้องการหาคำตอบด้วยตนเองโดยมุ่งเน้นการปฏิบัติจริงจากสถานการณ์จริงตามขั้นตอน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำแก่นักเรียนโดยมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่หรือโดยที่คุณครูและนักเรียนสามารถเรียนรู้ไปพร้อมกันและร่วมกันหาความรู้ใหม่ไปด้วยกันมุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติการทำงานเป็นทีม ทำให้โครงงานสำเร็จลุล่วง

2. หลักการคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณ คือ กระบวนการในการจำลองแนวคิดของการพัฒนาเชิงวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยทักษะนี้ ไม่จำเป็นต้องเป็นการเขียนโปรแกรม ก็สามารถนำวิธีการคิดเชิงคำนวณมาจัดการกับปัญหาได้ โดยเริ่มจากการ แตกปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อยต่าง ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการกับปัญหา แล้วดำเนินการสังเกตหรือจับหลักการ จากการเกิดขึ้นซ้ำ ๆ ของปัญหา โดยเป็นการจำแบบรูป (Pattern) ในการมองภาพรวม และนำไปสู่การออกแบบ กระบวนการจัดการกับปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งรูปแบบการแก้ปัญหาที่ผู้ใช้อื่น ๆ สามารถนำวิธีคิดนี้มาจัดการกับปัญหาได้อย่างถาวรเช่นเดียวกันกับระบบอัตโนมัติ

Jeannette M Wing ได้กำหนดองค์ประกอบขั้นตอนของทักษะการคิดเชิงคำนวณ Computational thinking (CT) มีกระบวนการคิดที่จำเป็นต้องใช้เทคนิคเพื่อแก้ไขปัญหาที่คล้ายกับกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ และกระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดองค์ประกอบหลักซึ่งมีอยู่ 4 องค์ประกอบ ดังนี้



ขั้นที่ 1 การแตกปัญหา (Decomposition)

คือ การแจกแจงส่วนประกอบย่อยจากสิ่งที่มีความซับซ้อน หรือ การแตกปัญหาใหญ่ออกมาเป็นส่วนย่อยเพื่อการทำงานที่เร็วมากยิ่งขึ้น เช่น เวลากินอาหารจานหนึ่ง เราไม่เคยกินแล้วสามารถบอกส่วนประกอบในอาหารจากรสชาติอาหารนั้น ๆ ซึ่งอาจเป็นการแจกแจงชนิดของอาหารจะนำไปสู่การทราบถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีอยู่ของอาหารชนิดนั้น ๆ ได้

ขั้นที่ 2 การหารูปแบบ (Pattern Recognition)

คือ การสังเกตรูปแบบที่มีการเกิดขึ้นซ้ำหลายครั้ง เช่น นักเล่นหุ้นมักจะมองสิ่งที่เกิดขึ้นกับการซื้อขายอยู่บ่อย ๆ สิ่งที่ต้องใช้ข้อสังเกตเหล่านี้ถูกนำมาเป็นแนวความคิดเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการซื้อขายหุ้น รวมไปถึงสถานการณ์ที่เคยเกิดขึ้นยิ่งมากยิ่งมีผลต่อความแม่นยำในการทำนายผลในอนาคตอีกด้วย

ขั้นที่ 3 การคิดเชิงนามธรรม(Abstraction)

คือ การมองภาพรวมเพื่อนิยามสิ่งที่เป็นรายละเอียดปลีกย่อย เป็นการจับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาทำการจำลองในเชิงนามธรรม และจับหลักเหตุการณ์ มาเพื่อนำมาออกแบบกระบวนการแก้ไขปัญหา เช่น การบริหารเวลานักวางแผนใช้การวางแผนรายสัปดาห์แทนรายวันและรายชั่วโมง

ขั้นที่ 4 การคิดขั้นตอนวิธี(Algorithm Design)

เป็นการออกแบบลำดับการทำงาน หรือ ขั้นตอนวิธี (Algorithm) ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดในลักษณะเดียวกัน และสามารถนำมาทำซ้ำได้อีก เช่น พ่อครัวเขียนสูตรทำอาหารเพื่อให้คนอื่นสามารถทำอาหารที่มีรสชาติเหมือนกัน ได้เองโดยไม่จำเป็นต้องให้พ่อครัวมาปรุงเอง

3. การเรียนการสอนโดยใช้หุ่นยนต์

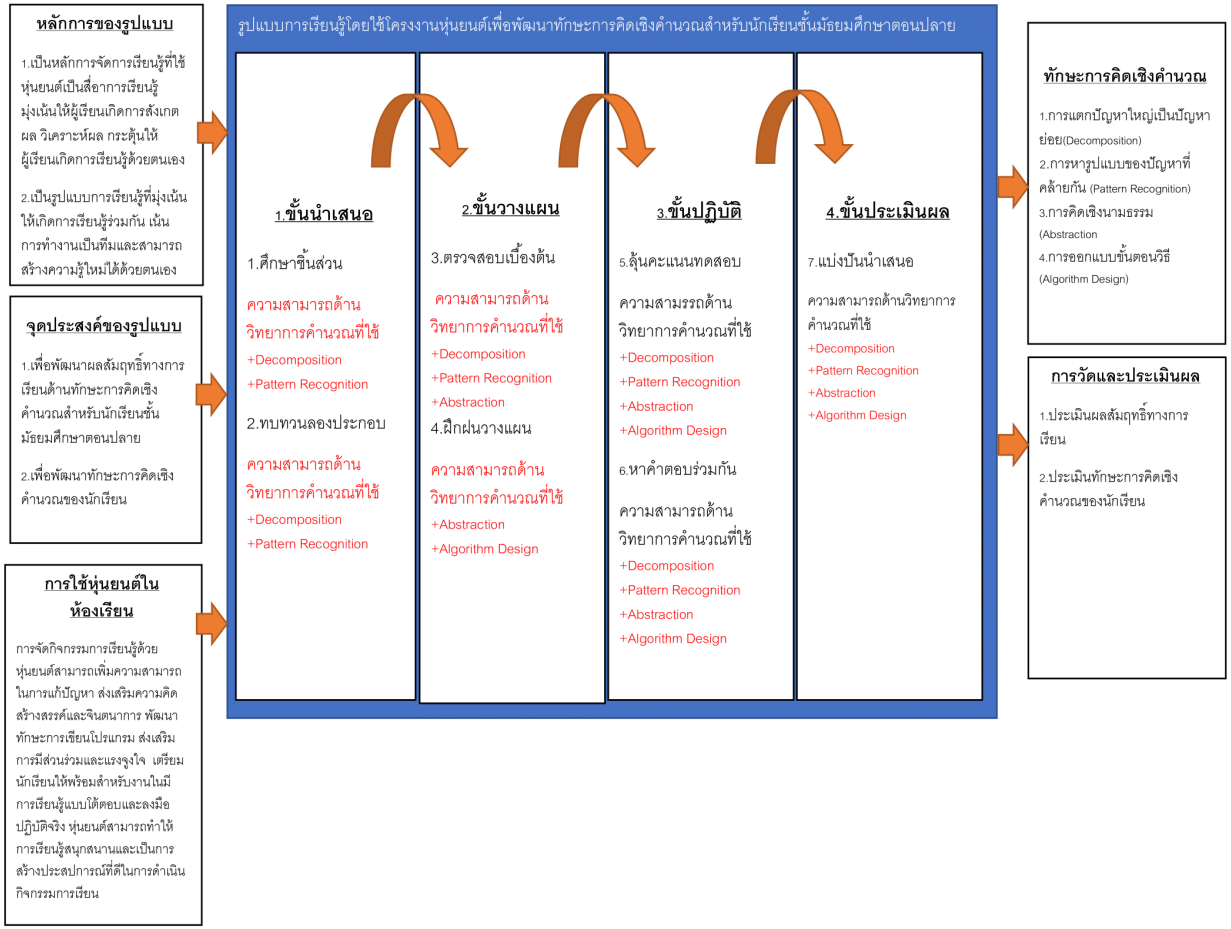
สำนักพัฒนานวัตกรรมการจัดการศึกษาสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2555 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้เล็งเห็นถึงประโยชน์การนำหุ่นยนต์มาเป็นสื่อและเครื่องมือในการพัฒนาการเรียนการสอนและให้ความสำคัญกับการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์การออกแบบการนำความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์อิเล็กทรอนิกส์กลศาสตร์และเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์มาบูรณาการกับสาระวิทยาศาสตร์จากแผนการศึกษาแห่งชาติ 2545 ถึง 2559 ได้กำหนดแนวนโยบายเพื่อดำเนินการพัฒนากำลังคนในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพึ่งพาตนเองและเน้นสมรรถนะการแข่งขันนานาชาติโดยมุ่งเน้นความสามารถความรู้ความเข้าใจและการใช้ศักยภาพของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

Jaipal-jamani, & Angeli (2020) การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอนเป็นการเพิ่มความน่าสนใจให้กับนักเรียนในการเรียนรู้วิทยาการใหม่และเป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อปรับปรุงพื้นฐานการคิดในเชิงวิทยาการคำนวณ

Papert (1980) กล่าวว่าการใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนในการทำงานมาตั้งแต่ปี 1970 แล้วหยุดใช้พี่พูดพยายามให้นักเรียนใช้คอมพิวเตอร์โดยการจัดสิ่งแวดล้อมและใช้หุ่นยนต์ทำเช่นนั้นทำให้นักเรียนได้รับรู้ความรู้สึกที่มีอิทธิพลของเทคโนโลยีโดยเขาเชื่อว่านักเรียนต้องรู้จากรูปลักษณะของหุ่นยนต์เพราะเป็นรูปธรรมมีส่วนของคอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์และกลไกต่าง ๆ มาใช้กับหุ่นยนต์ทำให้นักเรียนมีความคิดเป็นนามธรรมและประโยชน์ที่ทำให้เข้าใจได้ ง่ายขึ้น

Baker, & Ansorge (2007) หุ่นยนต์เป็นการนำความรู้ด้านต่าง ๆ มารวมกัน ให้เกิดความเจริญก้าวหน้าได้แก่ด้านวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์เทคโนโลยีปัจจุบันคณิตศาสตรและกลศาสตร์ทำให้การเรียนการสอนที่นำศาสตร์ต่าง ๆ มารวมกันเป็นที่น่าสนใจสนุกน่าทดลองและพัฒนาตามจินตนาการของตนเอง

รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย



หลักการของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีแนวคิดในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 ซึ่งต้องมีความสามารถในการออกแบบระบบ การเขียนโปรแกรม การแก้ไขและทดสอบเมื่อเกิดข้อผิดพลาด ซึ่งเป็นความสามารถทางวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ต้องอยู่ร่วมกับการทำงานที่มีการใช้เทคโนโลยีเป็นส่วนประกอบหลัก (Wing, 2006) และยังเป็นทักษะสำคัญที่เป็นที่ต้องการในภาคอุตสาหกรรม ตลาดแรงงาน ที่ต้องการการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่ง การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเรียนการสอนทำให้การเรียนการสอนมีความตื่นเต้นน่าสนใจกว่าการเรียน เชิงทฤษฎีการเขียนโปรแกรม หรือการวาดแผนภาพเพียงอย่างเดียว และ หุ่นยนต์ยังเป็นการบูรณาการของศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) หรือเรียกว่า STEM สามารถเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่ถ่ายทอดผ่านการดำเนินกิจกรรมการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ จากการกำหนดสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการคิดแก้ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง

วัตถุประสงค์ของรูปแบบ

1. เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนการสอนพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์

2. เพื่อทดลองรูปแบบการเรียนการสอนโดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีขั้นตอนย่อยดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อทดลองทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนโดยใช้ โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

2.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนตามการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณองค์ประกอบของรูปแบบ

รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีองค์ประกอบย่อยดังนี้

ผู้สอน (Instructor)

เป็นผู้ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทำหน้าที่ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้อธิบายหลักการทำงานของหุ่นยนต์ วิธีการประกอบชิ้นส่วน หลักกลศาสตร์ที่ใช้ในการเคลื่อนไหว การจัดเก็บชิ้นส่วนอย่างเป็นระบบ การทำงานเป็นทีมของผู้เรียน การแบ่งหน้าที่ต่าง ๆ ในแต่ละกลุ่ม อธิบายวิธีเขียนโปรแกรม การทำงานของเซนเซอร์ในแต่ละชนิด การประกอบหุ่นยนต์ให้ดำเนินไปตามแผนการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสังเกต ตอบคำถามหากผู้เรียนเกิดข้อสงสัย แก้ไขปัญหาเมื่อเกิดปัญหาระหว่างการทดลอง เป็นผู้จัดการการดำเนินกิจกรรมโครงงานหุ่นยนต์ อำนวยความสะดวกในการทดสอบหุ่นยนต์ อำนวยความสะดวกเรื่องการเตรียมอุปกรณ์เนื้อหา ทรัพยากรด้านเทคโนโลยี ช่วยจัดการการดำเนินกิจกรรมตั้งแต่ต้นจนจบ

ผู้เรียน (Learner)

เป็นผู้ร่วมดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรียนรู้การประกอบหุ่นยนต์ การจัดการกับชิ้นส่วนอย่างเป็นระบบ การประกอบกลไกต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ การออกแบบการเขียนโปรแกรม การดำเนินการเขียนโปรแกรม ดำเนินการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ ให้เป็นไปตามขั้นตอนการพัฒนาโครงงาน ร่วมมือกันแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น คิดวิเคราะห์วิธีแก้ไขปัญหา ดำเนินการแก้ไขจุดบกพร่องข้อผิดพลาดต่าง ๆ และนำเสนอการดำเนินการทำงาน ในแต่ละกลุ่ม ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบหุ่นยนต์ วิธีแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์จริง ถามคำถามเมื่อเกิดปัญหาข้อสงสัยที่เกิดขึ้น

เนื้อหา (Content)

เนื้อหาที่ใช้เกี่ยวกับการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ การประกอบชิ้นส่วน การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ

หุ่นยนต์สำหรับการศึกษา(Robot for Education)

ความหมายของการเรียนการสอนโดยการใช้หุ่นยนต์

การเรียนการสอนโดยการใช้หุ่นยนต์ หมายถึง การออกแบบชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเป็นการเขียนโปรแกรมคำสั่งแบบอัตโนมัติ ที่สามารถสั่งได้ตามต้องการ หรือตามการออกแบบโปรแกรมที่ได้เรียงลำดับไว้จากแผนภาพ การจะสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานตามต้องการได้ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของหุ่นยนต์นั้น ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือใช้ประกอบการเรียนการสอน (วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, และกฤษฎา ใจเย็น, 2548)

ความสำคัญของเทคโนโลยีหุ่นยนต์ในการศึกษา

จากแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติปี 2560 ถึง 2579 ได้มีการกำหนดแนวทางเพื่อดำเนินการพัฒนากำลังพลในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เน้นการพัฒนากำลังคนของประเทศให้เป็นคนแรงงานฝีมือทักษะสมรรถนะสูง มีความสามารถเฉพาะทางมากขึ้น ส่วนความต้องการที่มีแรงงานทักษะต่ำจะถูกแทนที่ด้วยหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีใหม่ ๆ มากขึ้น จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่รองรับการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาของเทคโนโลยีในโลกสมัยใหม่

ตารางแสดงรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การพัฒนาCT	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
1.ทำความรู้จักกับอุปกรณ์ชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบหุ่นยนต์	-เรียนรู้อุปกรณ์ชิ้นส่วนภายในกล่องหุ่นยนต์ทราบถึงหลังกการการประกอบชิ้นส่วน การวัดขนาดและการจัดเก็บชิ้นส่วนอย่างเป็นระเบียบ -ดำเนินการติดตั้งซอฟต์แวร์สำหรับเขียนโปรแกรม -เรียนรู้เรื่องอุปกรณ์เซนเซอร์ในแต่ละชนิด เช่น เซนเซอร์ระยะ เซนเซอร์แสง เซนเซอร์สัมผัส เซนเซอร์ ทิศทาง เซนเซอร์แสง	-ชี้แจงเนื้อหาอธิบายภาพรวมประโยชน์ของการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ -ให้นักเรียนจัดกลุ่มเพื่อแบ่งนห้าที่ในแต่ละทีมเพื่อร่วมกันพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ -ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน -ชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับบทบาทนห้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม -ตอบข้อสงสัยนักเรียน	-ฟังคำชี้แจงด้านเนื้อหา -รับกล่องหุ่นยนต์หลังจากการจัดกลุ่มเสร็จเรียบร้อย -ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ และฟังคำอธิบายการใช้งานเบื้องต้นจากผู้สอน -ทำแบบทดสอบก่อนเรียน -ซักถามผู้สอน ในกรณีติดปัญหาหรือเกิดข้อสงสัย	-การแตกปัญหา (Decomposition) -การจับรูปแบบ (Pattern Recognition)	-เว็บไซต์เนื้อหาจาก Google Form ที่แนบเอกสารเนื้อหา -วิดิทัศน์การสอนเกี่ยวกับการแนะนำรายละเอียดต่างๆในการเริ่มต้นการใช้หุ่นยนต์ -ชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3	-แบบทดสอบก่อนเรียน

ตารางแสดงรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การพัฒนาCT	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
2. ลงมือประกอบชิ้นส่วนหุ่นยนต์ ชิ้นส่วนแขนกล และติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์	-เรียนรู้การวัดค่าต่างๆ จากเซนเซอร์ที่ติดตั้งที่พอร์ตแต่ละชนิด -ลงมือเขียนโปรแกรมทดสอบเบื้องต้นเพื่อทดสอบการวัดค่าต่างๆ ของเซนเซอร์ในแต่ละชนิด -เรียนรู้กลไก ฟันเฟือง อัตราทด ระบบส่งกำลัง แขนยกชนิดต่างๆของหุ่นยนต์ -ดำเนินกิจกรรมย่อย เช่น หุ่นยนต์เดินวนรอบกล่องได้อย่างไร , หุ่นยนต์จะหยุดได้อย่างไรเมื่อเจอสิ่งกีดขวางในระยะ10 เซนติเมตร	-อธิบายเนื้อหาการเขียนโปรแกรม -บอกวิธีแก้ปัญหา -แก้ปัญหาด้านการประกอบชิ้นส่วน -ช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย -ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นความคิดของผู้เรียน -คอยช่วยเหลือเมื่อเกิดข้อสงสัย -อธิบายรายละเอียดของโจทย์กิจกรรมย่อย	-ถามเมื่อเกิดข้อสงสัย -ประกอบหุ่นยนต์ตามคู่มือและ ประกอบชิ้นส่วนเพิ่มประสิทธิภาพจากความรู้ทางด้านกลศาสตร์ที่ได้จากการเรียนรู้ -ร่วมมือกันหาชิ้นส่วนที่ต้องการประกอบเข้าด้วยกัน และจัดการชิ้นส่วนที่ไม่ได้ใช้แล้วลงกล่องตามหมวดหมู่	-การแตกปัญหา (Decomposition) -การจับรูปแบบ (Pattern Recognition) -การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)	-เว็บไซต์เนื้อหาจาก Google Form ที่แนบเอกสารเนื้อหา -วิดิทัศน์การสอนเกี่ยวกับการแนะนำรายละเอียดต่างๆในการเริ่มต้นการใช้หุ่นยนต์ -ชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3	-

ตารางแสดงรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การพัฒนาCT	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
3.การเขียนโปรแกรมควบคุม	-เรียนรู้คำสั่งพื้นฐานในการควบคุมอุปกรณ์มอเตอร์ -เรียนรู้การวัดค่าต่างๆ จากอุปกรณ์เซนเซอร์ในแต่ละชนิด -เขียนโปรแกรมอ่านค่าจากเซนเซอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ -ดำเนินกิจกรรมย่อย เช่น การหยุดการเดินด้วยอุปกรณ์เซนเซอร์ระยะ (Ultrasonic Sensor) กำหนดทิศทางการเดินด้วยคำสั่งควบคุมอย่างง่าย การใช้คำสั่งวนซ้ำสำหรับการเดินที่ซ้ำกัน	-บรรยายเนื้อหา -คอยตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยหรือติดปัญหา -อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมย่อย -อำนวยความสะดวกด้านสื่อเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและการเรียนรู้ภายในห้องคอมพิวเตอร์ด้านซอฟต์แวร์	-ร่วมมือกันทดสอบการทำงานของอุปกรณ์เซนเซอร์หุ่นยนต์ -ร่วมมือกันประกอบหุ่นยนต์ต้นแบบสำหรับทดลองกิจกรรมย่อย -ช่วยออกแบบแผนภาพร่างคำสั่งด้วยกระดาษก่อนนำไปเป็นต้นแบบสำหรับเขียนโปรแกรมสั่งการหุ่นยนต์ -ซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัย	-การแตกปัญหา (Decomposition) -การจับรูปแบบ (Pattern Recognition) -การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) -การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)	-เว็บไซต์เนื้อหาจาก Google Form ที่แนบเอกสารเนื้อหา -วิดิทัศน์การสอนเกี่ยวกับการแนะนำรายละเอียดต่างๆในการเริ่มต้นการใช้หุ่นยนต์ -ชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3	-

ตารางแสดงรายละเอียดการดำเนินกิจกรรมการการสอนโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขั้นตอน	กิจกรรม	บทบาทครู	บทบาทผู้เรียน	การพัฒนาCT	สื่อที่ใช้	การวัดและประเมินผล
4.การพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์เพื่อใช้กับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น	-อธิบายกติกาการทดสอบหุ่นยนต์ -เปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบหุ่นยนต์ที่มีลักษณะเฉพาะตัวเพื่อให้ง่ายต่อการผ่านการทดสอบจากสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น -สาธิตหุ่นยนต์ตัวอย่างในการดำเนินทดสอบ -ช้อมและทดสอบข้อผิดพลาดในการทำงานของหุ่นยนต์ในแต่ละกลุ่ม	-อธิบายสถานการณ์ในการทดสอบหุ่นยนต์ -อธิบายกติกา การชนสิ่งกีดขวางที่กำหนด การเดินตามเส้นที่กำหนดด้วยจุดตัด การนับคะแนนการทดสอบ -ตอบข้อสงสัยแก่ผู้เรียนกรณีเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา -อำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียนในระหว่างการพัฒนาและทดสอบหุ่นยนต์	-ร่วมกันพัฒนาหุ่นยนต์ต้นแบบของแต่ละกลุ่ม -ช่วยกันหาชิ้นส่วนที่ต้องการใช้ประกอบหรือเสริมความแข็งแรงของหุ่นยนต์ -ทดสอบหุ่นยนต์ต้นแบบ หาข้อบกพร่อง ปัญหาที่เกิดขึ้นพร้อมบันทึกเพื่อนำไปเป็นแนวทางแก้ไข -เขียนโปรแกรมควบคุมจากร่างที่ได้ออกแบบไว้	-การแตกปัญหา (Decomposition) -การจับรูปแบบ (Pattern Recognition) -การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) -การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)	-เว็บไซต์เนื้อหาจาก Google Form ที่แนบเอกสารเนื้อหา -วิดิทัศน์การสอนเกี่ยวกับการแนะนำรายละเอียดต่างๆในการเริ่มต้นการใช้หุ่นยนต์ -ชุดหุ่นยนต์ Lego Mindstorms EV3	-

ภาคผนวก ณ เนื้อหาการจัดการเรียนรู้

เริ่มประกอบหุ่นยนต์ Lego mindstroms EV3

วัตถุประสงค์

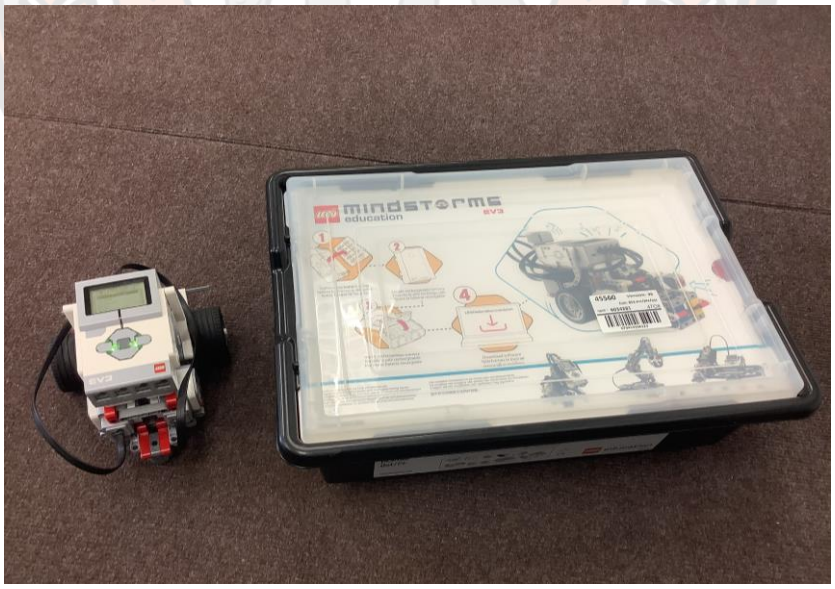
1. นักเรียนสามารถจำแนก องค์ประกอบย่อย ชิ้นส่วน ออกแบบระบบย่อยจากเทคโนโลยีที่ซับซ้อนได้

2. สามารถวิเคราะห์การออกแบบส่วนประกอบย่อยของหุ่นยนต์ได้

3. มีความเข้าใจ กลศาสตร์ สามารถออกแบบจุดเชื่อมต่อ ขนาดเล็ก ฟันเฟือง และจำแนกการทำงานส่วนย่อยในแต่ละส่วนได้

4. สามารถวัดขนาด ชิ้นส่วน และ จำแนก การเก็บชิ้นส่วนเมื่อใช้งานชุดจำลองหุ่นยนต์เสร็จแล้ว ได้อย่างถูกต้อง

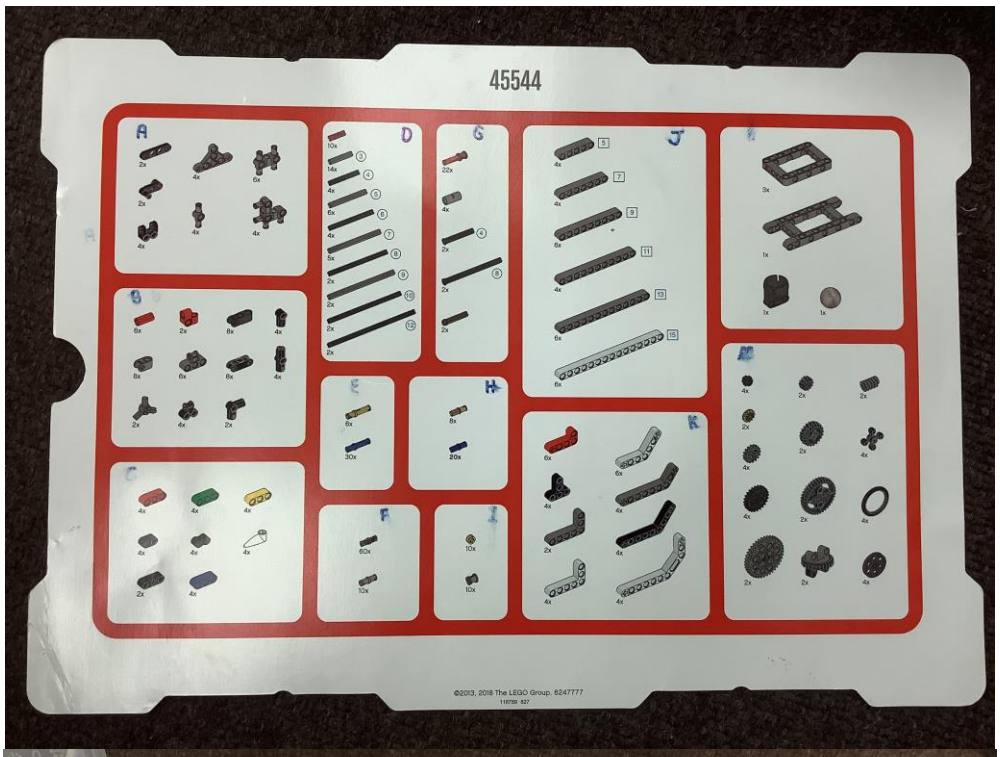
หุ่นยนต์ Lego เป็นหุ่นยนต์ที่เป็นที่รู้จักกันทั่วโลกเนื่องจากบริษัท Lego เป็นผู้ริเริ่มสร้างหุ่นยนต์ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจในการประกอบชิ้นส่วนได้ง่ายส่งเสริมการเล่นอย่างสร้างสรรค์



ในส่วนแรกนี้เราจะมาทำความรู้จักกับหุ่นยนต์Legoตั้งแต่เริ่มเปิดกล่องวิธีการการวัดขนาดชิ้นส่วนการจัดเรียงชิ้นส่วนจากแผนภาพบริเวณข้างกล่องไปจนถึงการเก็บชิ้นส่วนให้เข้าชุดเหมือนเดิม

ลักษณะของกล่องเลโก้จะเป็นกล่องพลาสติกขนาดใหญ่ที่เป็นบริเวณฝากล่องและบริเวณกล่องบริเวณฐานด้านกลางจะเป็นพลาสติกสำหรับแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ
โดยฝาด้านบนที่เป็นแผ่นกระดาษหน้าปกด้านหลังจะมีคู่มือการนับชิ้นส่วนทั้งหมด

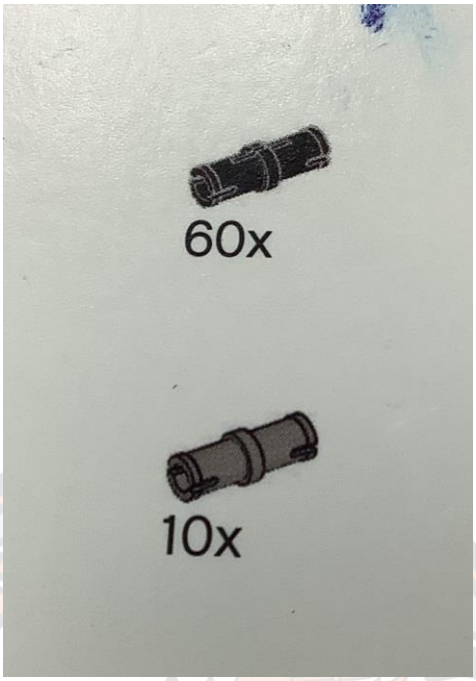
แผ่นฝาปิดด้านบนแสดงถึงจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดที่มีการแยกเป็นช่องสำหรับการเก็บเป็นชุดจากภาพด้านล่างแสดงให้เห็นถึงรูปภาพคู่มือที่เป็นภาพบนและชิ้นส่วนจริงที่แสดงดังที่ภาพด้านล่าง



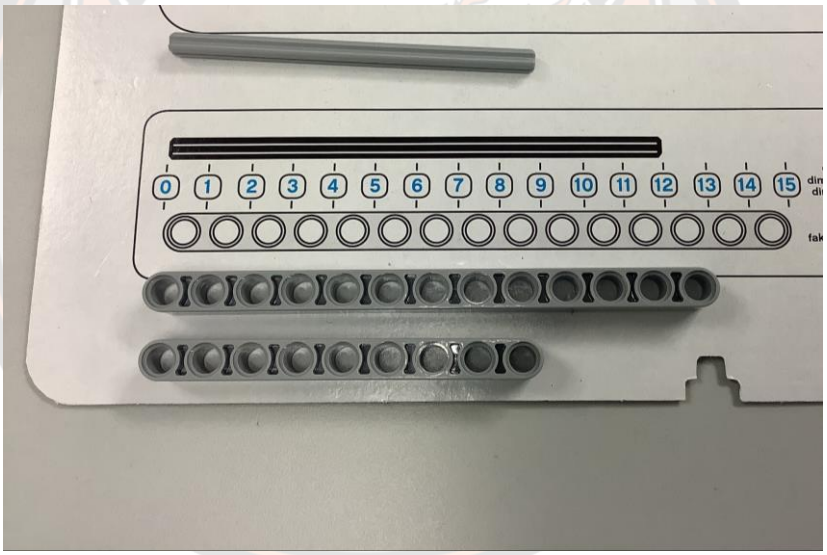
จากรูปเป็นการเปรียบเทียบชิ้นส่วนจริงที่เหลืออยู่ในกล่องและชิ้นส่วนที่อยู่ในแผนภาพตามจำนวนของชิ้นส่วนที่ใช้แผนภาพเป็นส่วนหลักในการอ้างอิงจำนวนทั้งหมด

บริเวณฝาด้านล่างจะมีคู่มือเพื่อบอกชิ้นส่วนที่เก็บด้านล่างส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่เช่นมอเตอร์ขนาดต่าง ๆ เซ็นเซอร์ต่าง ๆ กล่องควบคุมที่เป็นหัวใจสำคัญหลักในการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์และสายเคเบิลที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างกล่องและอุปกรณ์ปลายทาง

คู่มือทั้งแผ่นบนและแผ่นล่างสามารถบอกจำนวนชิ้นส่วนแต่ละชิ้นได้โดยในรูปภาพจะมีหมายเลขจำนวนชิ้นส่วนว่าชิ้นส่วนหน้าตาแบบนี้มีกี่ชิ้นโดยจะบอกไว้ที่มุมล่างด้านซ้ายของรูปภาพในแต่ละชิ้นส่วนครั้งฝาด้านบนกล่องและฝาด้านล่างกล่องเราสามารถเช็คจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดได้กรณีประกอบหุ่นหรือแข่งขันเสร็จแล้วและต้องการเก็บหุ่นยนต์เข้ากล่องแยกชุดเพื่อนำไปใช้ต่อในการเรียนการสอนต่อไป



นอกจากจะใช้เช็คจำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดในกล่องแล้วมุมด้านล่างยังสามารถวัดขนาดของชิ้นส่วนในแต่ละชิ้นที่มีความยาวไม่เท่ากันด้วยเช่นชิ้นส่วนที่เป็นก้านเสียบที่มีความยาวลักษณะต่าง ๆ หรือชิ้นส่วนที่เป็นแท่งและมีรูเสียบที่จำนวนรูไม่เท่ากันสามารถนำไปวัดกับคู่มือที่เป็นแผ่นกระดาษแข็งได้ทันที



จากรูปเป็นการเทียบชิ้นส่วนจริงและแผนภาพตามคู่มือแสดงให้เห็นถึงความยาวและหมายเลขที่บอกขนาดของชิ้นส่วน Lego

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญ

ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของหุ่นยนต์เลโก้ EV3 ได้แก่ กล่องควบคุมเซ็นเซอร์ขนาดต่าง ๆ ที่มากับกล่องหุ่นยนต์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กล่องควบคุม

กล่องควบคุมหัวเลโก้เป็นสมองหรือส่วนหลักสำคัญที่ใช้สั่งการอุปกรณ์ปลายทางทั้งหมด ในการเขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ทั้งจากตัวกล่องควบคุมและจากคอมพิวเตอร์ที่ลงซอฟแวร์สำหรับเขียนโปรแกรม

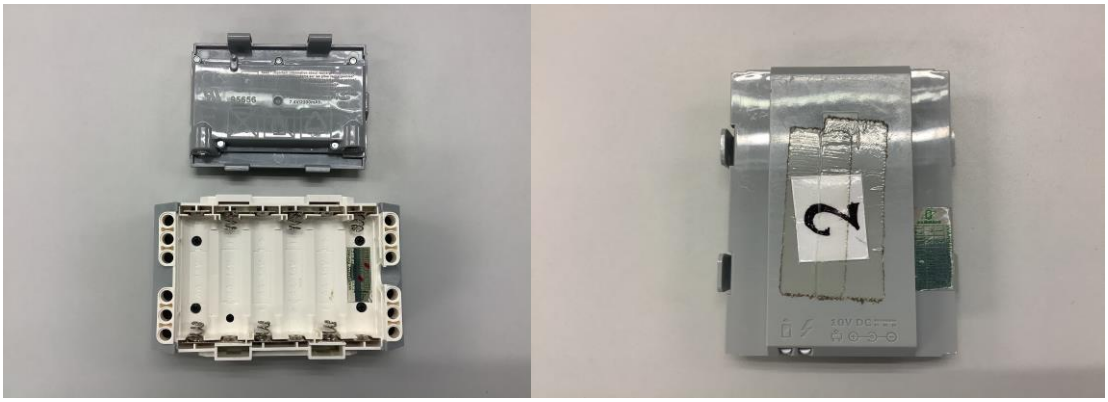
กล่องควบคุมมีอุปกรณ์รับเข้าข้อมูลหรือ input 4 อุปกรณ์และรองรับอุปกรณ์ปลายทางที่เป็นมอเตอร์ output 4 อุปกรณ์ โดยทำการเชื่อมต่อจากสายเคเบิ้ลเส้นสีดำที่มีลักษณะคอนเนคเตอร์ หรือตัวเชื่อมต่อคล้ายกับสายโทรศัพท์หรือสายแลนซึ่งมีรหัสชื่อ RJ-12

หมายเลข 123 และ 4 คืออุปกรณ์รับเข้าข้อมูลหรือ Input

อักษร A B C และ D แสดงถึงการรองรับอุปกรณ์ปลายทาง หรือ Output

กล่องควบคุมมีการใช้แบตเตอรี่ได้ 2 แบบ

1. แบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 6 ก้อน
2. แบตเตอรี่ของชุดหุ่นยนต์โดยมีขนาด 7.4 โวลต์ 2,200 มิลลิแอมป์

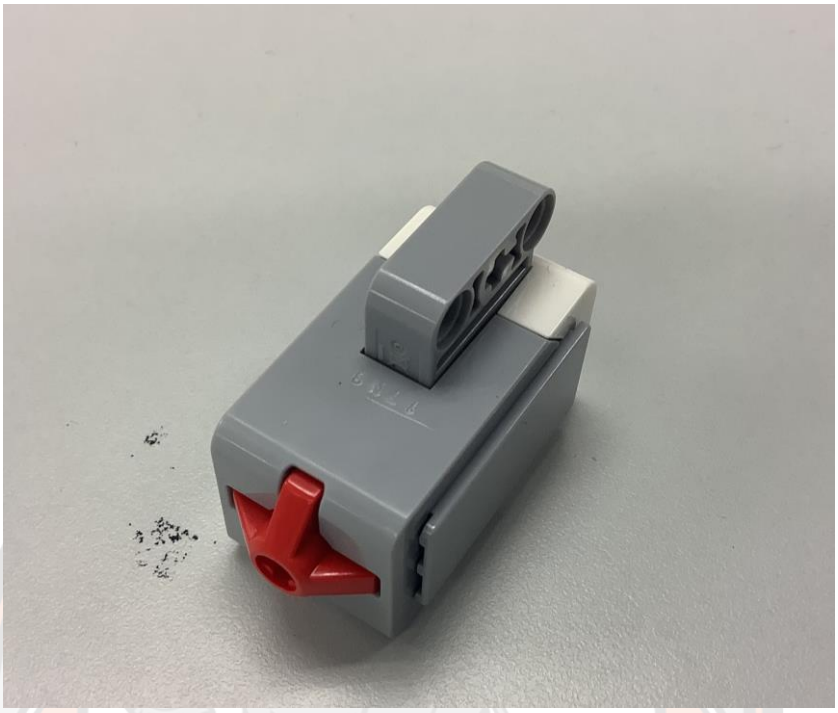


2. เซ็นเซอร์ต่าง ๆ ที่เป็นอุปกรณ์รับข้าข้อมูล (Input) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เซ็นเซอร์แสง (Light Sensor)

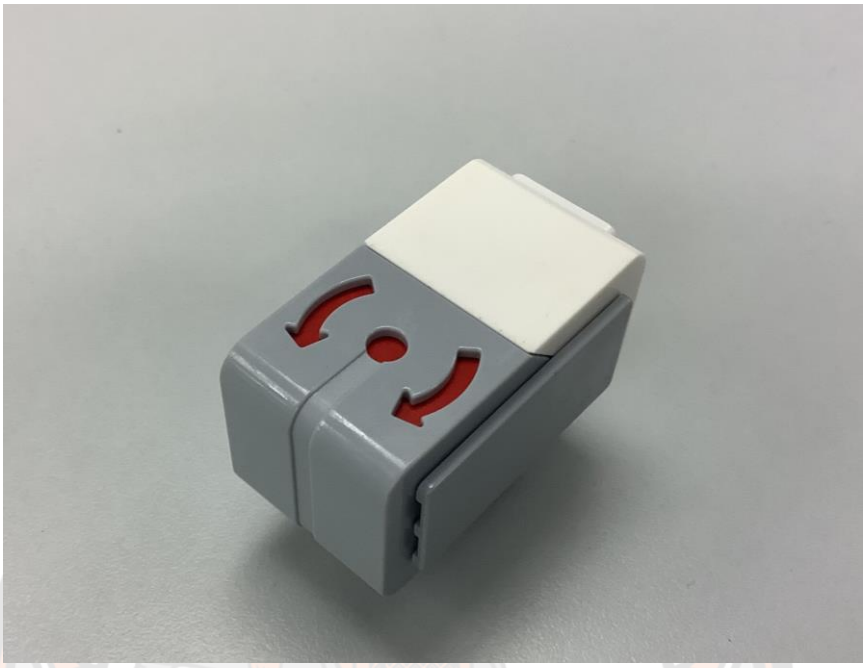
เป็นหัวใจหลักของการแข่งขันโดยเซ็นเซอร์ตัวนี้สามารถตรวจรับแสงและสามารถแยกสีต่าง ๆ ได้หลากหลาย

2.2 เซ็นเซอร์สัมผัส (Touch Sensor)



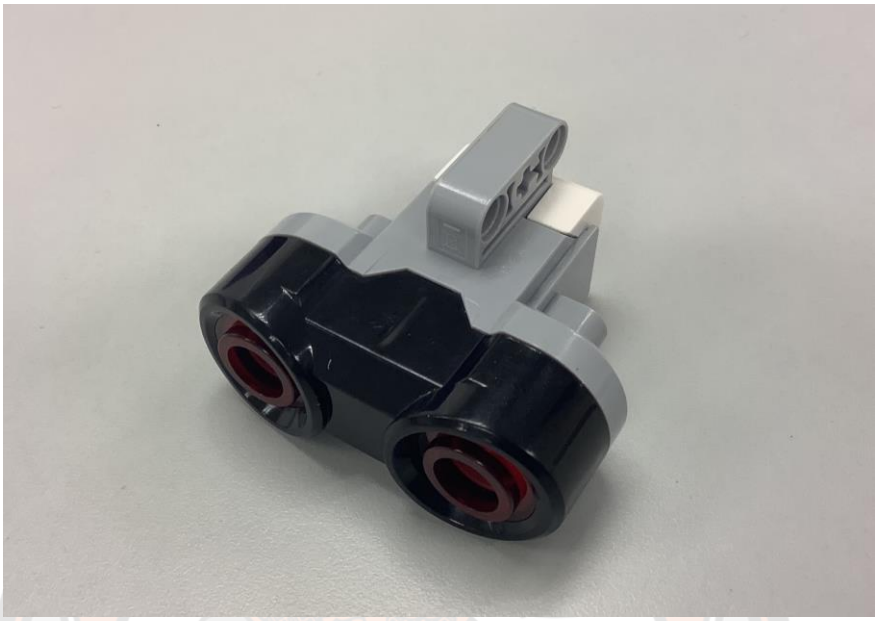
เป็นเซ็นเซอร์สำหรับการรับแรงสัมผัสการชนหรือใช้เป็นสวิตซ์เพื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมได้ซึ่งเซ็นเซอร์ตัวนี้มีความซับซ้อนที่น้อยที่สุดหรือมีค่าเท่ากับสวิตช์ 1 ตัวและมีการทนทานต่อการกระแทกมากที่สุด

2.3 เซ็นเซอร์จับทิศทาง (Gyro Sensor)



เป็นการทำงานของไจโรสโคปหรืออุปกรณ์จับคิดที่ใช้กับเครื่องบินและยานอวกาศสามารถสั่งการเป็นองศาหรือจัดการเลี้ยวเบนของวัตถุได้ใช้ในการกำหนดการหมุนทิศของหุ่นยนต์ในการแข่งขันสามารถช่วยให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้คล่องแคล่วมากขึ้น

2.4 เซ็นเซอร์วัดระยะ (Ultrasonic Sensor)



เป็นเซนเซอร์ที่ใช้หลักการส่งเสียงคลื่นอัลตร้าโซนิคไปกระทบกับวัตถุปลายทางและมีเรดาร์เพื่อสะท้อนคลื่นเสียงกับนำไปลบด้วยระยะเวลาของเสียงที่กระทบจากพื้นผิวปลายทางซึ่งจะได้ระยะทางที่แม่นยำในการตรวจจับซึ่งอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์นี้จะใช้เพื่อเป็นตัวบอกระยะของวัตถุก่อนที่หุ่นจะเดินหรือก่อนที่หุ่นจะหยิบของ

เริ่มต้นเขียนโปรแกรม และการตรวจสอบการทำงาน

วัตถุประสงค์

2. สามารถจำแนก ความคล้ายของรูปแบบชิ้นส่วน หรือระบบย่อยที่มีความคล้ายกัน หรือมีลักษณะการทำงานเดียวกัน หน้าที่ของ อุปกรณ์ที่มีความคล้ายกัน วิเคราะห์การทำงานที่มีส่วนคล้ายกันได้

2.1 สามารถจำแนกอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้

2.2 สามารถจำแนกอุปกรณ์ปลายทางได้

2.3 สามารถตรวจสอบวัดสถานะการทำงาน ของอุปกรณ์ ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตต่าง ๆ และอธิบายข้อมูลการแสดงผลของอุปกรณ์ปลายทางได้

หัวใจสำคัญของการทำให้หุ่นยนต์ทำงานคือการเขียนโปรแกรมในส่วนนี้จะมาเริ่มต้นการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์โดยเริ่มจากคำสั่งพื้นฐานในการสั่งให้มอเตอร์เดินไปตามระยะที่ต้องการไปจนถึงการใช้เซ็นเซอร์เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ

การเริ่มเขียนโปรแกรมด้วยบริกซ์หรือการเขียนโปรแกรมในกล่องสามารถทำได้โดยไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ PC เนื่องจาก Lego mindstorms ev3 มีเมนูในการรองรับการเขียนโปรแกรมที่สามารถเขียนได้เลยทางหน้าจอของตัวกล่องควบคุมหรือเรียกว่า Blick โดยการเริ่มเขียนโปรแกรมสามารถเริ่มเขียนด้วยดังตัวอย่างต่อไปนี้

ทำการ เปิดการทำงานของหุ่นยนต์ด้วยสวิตช์ตรงกลาง 2 ตัวหุ่นยนต์แล้วรอให้หุ่นยนต์แล้วรอจนกว่าเมนูแรกจะขึ้นมาใช้เวลาประมาณครึ่งนาทีในการเปิดเครื่อง

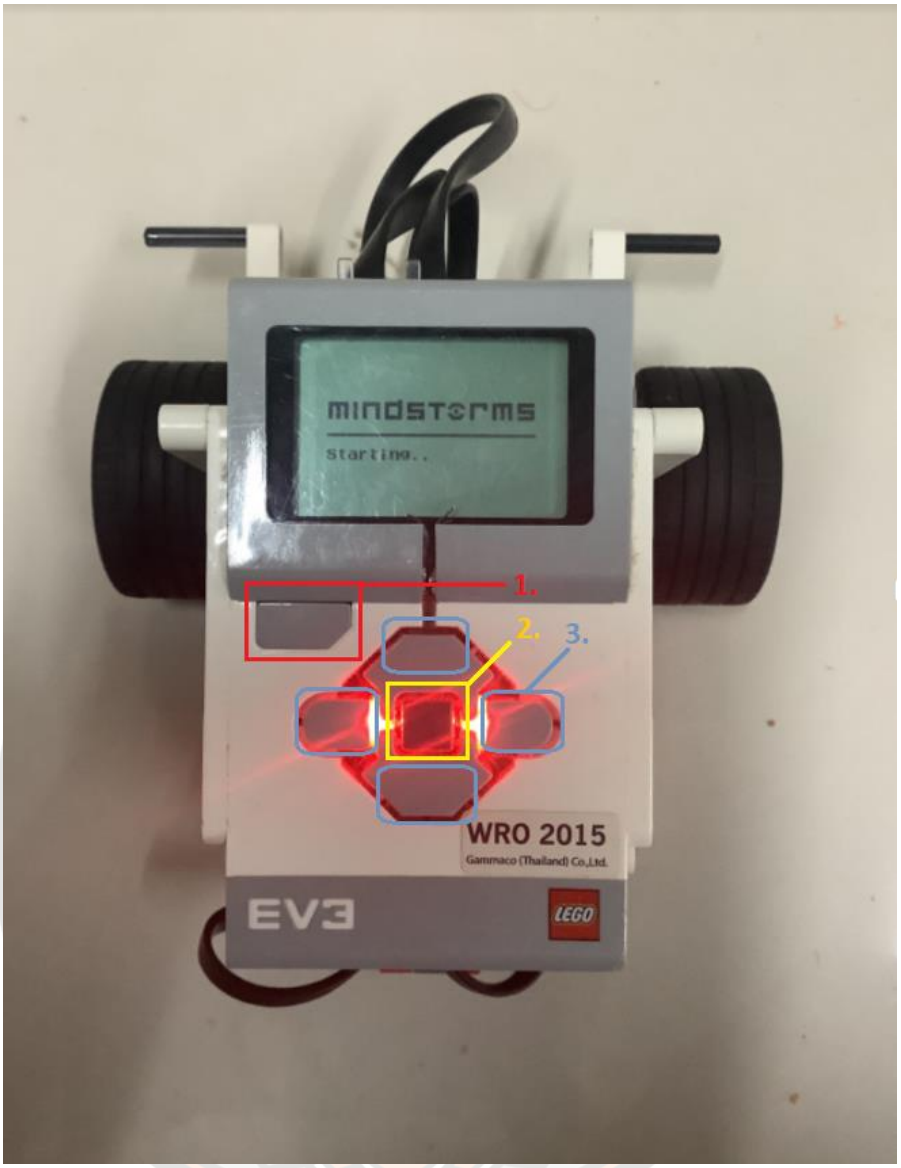
เมื่อทำการเปิดสวิตแล้วจะเห็นหน้าจอแรกประกอบไปด้วย

1. ปุ่มซ้ายสุดเป็นแทบที่ใช้จัดการโปรแกรมที่เคยเขียนมาแล้วในกรณีหุ่นยนต์ที่พึ่งเปิดเครื่องครั้งแรกแรกจะไม่มีโปรแกรมเดิมนอกจากฝ่ายที่ชื่อว่า DEMO หรือเป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์พื้นฐานเมื่อประกอบเสร็จ

2. แท็ปหน้าจอที่ 2 เป็นโปรแกรมเก่าที่เคยเขียนไปแล้วเช่นกันแต่เป็นมุมมองในลักษณะของที่อยู่ของไฟล์เก็บข้อมูลโปรแกรมที่เคยเขียนไว้

3. แท็ปที่ 3 เป็นแท็ปเกี่เกี่ยวกับการตรวจสอบอุปกรณ์พื้นฐานเช่นการดูว่าพอร์ตไหนเสียบกับอุปกรณ์ใดยกตัวอย่างเช่น พอร์ต B เชื่อมต่อกับล้อหน้าซ้ายหรือผ่อนหมายเลข 1 เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์แสง เป็นต้น

ส่วนประกอบของปุ่มเมนูที่ติดอยู่กับกล่องควบคุมหุ่นยนต์สามารถเขียนโปรแกรมเบื้องต้นได้และสามารถเลือกเมนูในการดูพอร์ตชนิดต่าง ๆ ได้โดยมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้



1. ปุ่มตกลง จะจะตั้งอยู่กลางสุดของกล่องซึ่งจะเป็นสวิตช์เปิดหุ่นยนต์ด้วย

2. ปุ่มตัวเลือกซ้ายขวาและบนเป็นการกำหนดทิศทางของเมนูเพื่อให้เป็นการเลือกเมนูคำสั่งที่ถูกต้องเมื่อทำการเลื่อนเคอร์เซอร์เมนูแล้วกดปุ่มตกลงจะเป็นการควบคุมเบื้องต้นอย่างหนึ่ง

3. ปุ่มยกเลิกเป็นปุ่มที่ใช้ในการออกเมนูต่าง ๆ และเป็นการยกเลิกคำสั่งที่เคยเขียนไว้หรือคำสั่งที่ได้เลือกไว้เมื่อกดกดปุ่มยกเลิกหลายหลายครั้งจะเป็นการออกจากหน้าจอไปยังหน้าจอพื้นฐานที่สุดรวมไปถึงการปิดสวิตช์หุ่นยนต์ก็ใช้ปุ่มยกเลิกจนหุ่นจะถามว่าต้องการปิดพาวเวอร์อ๊อฟหรือไม่เมื่อกดตกลงโดยการเลื่อนเคอร์เซอร์หุ่นยนต์จะปิดตัวลง

การใช้คำสั่งPort view ซึ่งอยู่ในแท็ปที่ 3 ยกตัวอย่างการใช้งานเบื้องต้นดังนี้

1. ทำการเลือกเมนู Port View

2. หน้าจอของเมนูนี้จะประกอบไปด้วยข้อต่าง ๆ ซึ่งตำแหน่งของตัวเลขหรือตำแหน่งของช่องสี่เหลี่ยมที่รายงานตัวเลขจะตรงกับตำแหน่งของพอร์ตนั้นนั้นซึ่งจะรายงานสถานะออกมาหลายรูปแบบเช่นตัวเลขการหมุนของล้อระยะทางจากอันต้าโซนิคเซ็นเซอร์ที่เป็นเซนติเมตรค่าต่าง ๆ ที่ได้จากเซนต์เซอร์แสงที่แสดงค่าของสีต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนกันเป็นต้น

จากภาพตัวอย่างเมื่อทำการทดสอบเข็นรถแล้วตัวเลขของหน้าจอบน Port view จะแสดงค่าของพอร์ต B และ พอร์ต C ซึ่งขึ้นตัวเลขมีค่าเท่ากับ 100 จากล้อด้านซ้าย และล้อด้านขวามีการแสดงค่าเข้ามาเป็นหมายเลขที่เป็นการหมุนหรือ Rotation ตามตำแหน่งของพอร์ตที่มีการติดตั้งอุปกรณ์หรือเสียบไว้กับสายเชื่อมต่ออุปกรณ์

ทดสอบจากเซ็นเซอร์ระยะทาง (Ultrasonic sensor) ค่าที่ได้จากหน้าจอ Port view จจะเป็นค่าของระยะทางซึ่งมีหน่วยเป็นเซนติเมตรสามารถใช้ระยะทางที่เป็นเซนติเมตรกำหนดเงื่อนไขการทำงานของหุ่นยนต์ได้

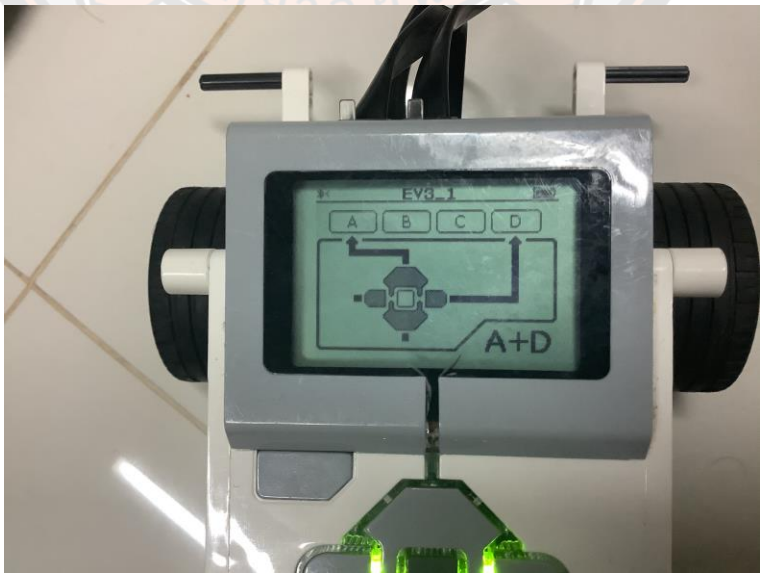
ทดสอบเซ็นเซอร์แสง (Light sensor) ที่มีค่าของสีและแสงที่ต่างกันตรวจจับโดยเซ็นเซอร์รับแสง

สีต่าง ๆ ที่วัดด้วยเซนเซอร์ แสดง (Light Sensor) จะให้ค่าที่ต่างกัน สีที่มีความสว่างจะให้ค่าที่มากกว่า สีที่มีความเข้ม และสีที่มีความเข้มข้นมากที่สุดคือสีดำ

การตรวจสอบการทำงานของมอเตอร์โดยใช้เมนู Motor control

เลือกเมนู Motor conrol

เมื่อเข้าไปยังเมนูมอเตอร์ control นจะพบกับหน้าจอการเลือกควบคุมมอเตอร์ในพอร์ต A BC และ Dโดยสามารถกำหนดว่าให้หมุนซ้ายหรือขวาโดยใช้ลูกศรขึ้นลงและซ้ายขวา จากภาพมอเตอร์ A และมอเตอร์ D กำลังทำงานโดยกดปุ่มขึ้นและลงมอเตอร์ A จะหมุนซ้ายและขวาหรือหากต้องการให้มอเตอร์ D ทำงานให้กดซ้ายและขวามอเตอร์ D จะทำงานไปด้วย



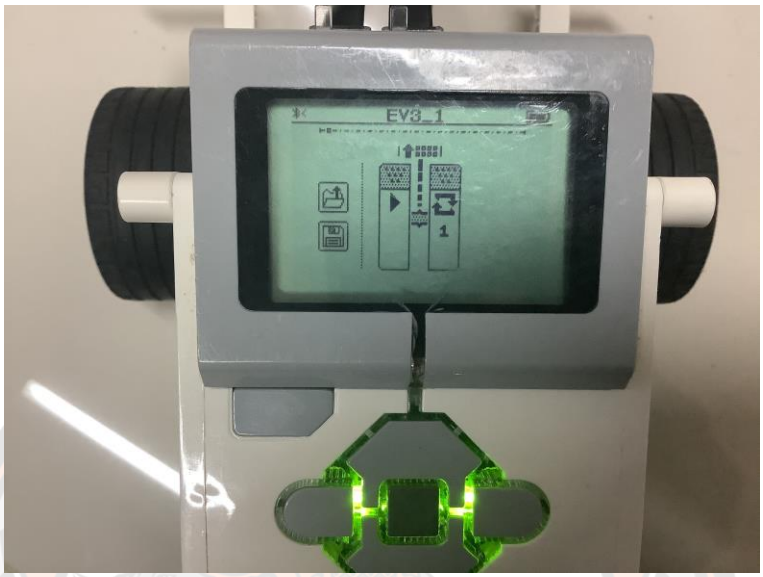
และเช่นเดียวกันอีกหน้าจอหนึ่งหากกดสลับโดยปุ่มขึ้นลง คู่ของมอเตอร์จะถูกสับเปลี่ยนจากภาพหากกด ขึ้นและลงจะเป็นการบังคับมอเตอร์ B และหากกดซ้ายและขวาจะเป็นการบังคับมอเตอร์ C

จากภาพได้ตั้งเวลาทดสอบให้ล้อทำงาน 5 วินาที

เริ่มต้นเขียนโปรแกรมจากกล่องควบคุม

ในหน้าจอแทบที่สามเลือกคำสั่ง Brick program

เมื่อเข้าหน้าจอ Brick Program ให้กด ลูกศรขึ้น จากนั้น จะมีเมนูให้เลือกคำสั่งเพื่อเขียนโปรแกรม

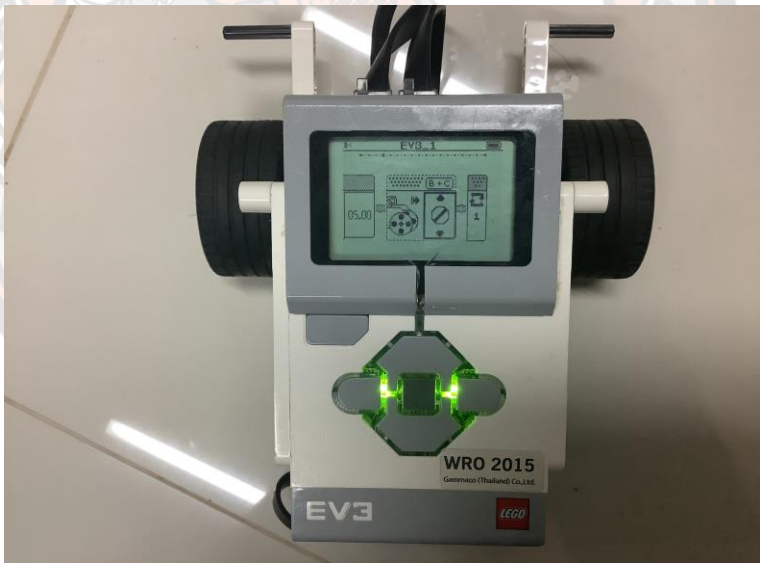


คำสั่งทดสอบ ให้เลือกคำสั่งที่เป็นรูปล้อ 2 ข้าง ดังรูป เสร็จแล้วกด ตกลง

จากนั้น ในกล่องคำสั่ง รูปล้อ จะมีการกำหนดทิศทางการเดินของ สามารถเลือกให้เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินตรง หรือ กลับหลังหันได้ จากตัวอย่าง เลือกค่ามาตรฐานคือการเดินตรง

จากนั้น ให้คุมด้วยกล่องเวลา โดยการกด ลูกศรขึ้นอีกครั้งเพื่อการกำหนดเวลา มีการกำหนดเป็น หน่วยวินาที

เมื่อกำหนดเวลาเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ เลือกปุ่มล้อแล้วเลือก ให้ล้อหยุดการทำงาน

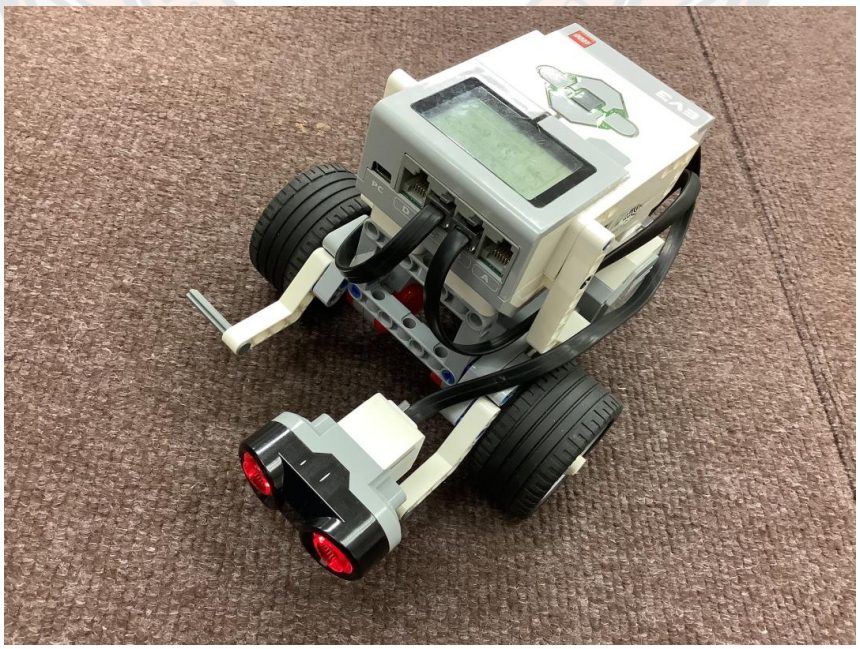


เสร็จแล้วหากต้องการทดสอบ โปรแกรม สามารถทดสอบโดยการเลื่อนลูกศรไปที่ตำแหน่งแรกสุดของโปรแกรม จากนั้นให้กดปุ่ม Play ที่บริเวณหน้าสุดของโปรแกรม โปรแกรมจะทำงานตามลำดับคำสั่งที่ตั้งไว้ หรือ ทำตามโปรแกรมที่เขียนไว้นั่นเอง

การเขียนโปรแกรมด้วยกล่อง เป็นการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ไม่สามารถเขียนให้มีความซับซ้อนได้เท่ากับการเขียนโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์ PC หรือ Mac ที่เชื่อมต่อสาย USB หรือ เชื่อม ต่อ การลงโปรแกรม ผ่าน Bluetooth ได้ บทนี้เราจะได้รู้จักการตรวจสอบ การทำงานเบื้องต้น ตรวจสอบความเสียหายของการทำงานของกล่องควบคุม และ การทดสอบการทำงานเขียนโปรแกรม แบบเบื้องต้นได้

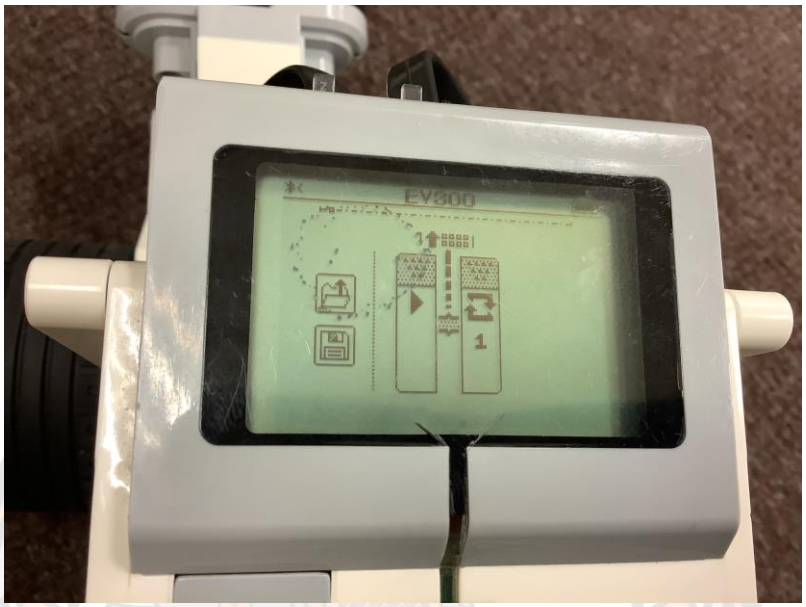
ทดสอบ การเขียนโปรแกรม Brick โดย Ultrasonic Sensor

ทำการเชื่อมต่อเซ็นเซอร์อันต้าโซนิคให้เข้ากับตัว
โดยทำการเชื่อมอัตราโซนิคให้เข้ากับพอร์ตหมายเลข 4

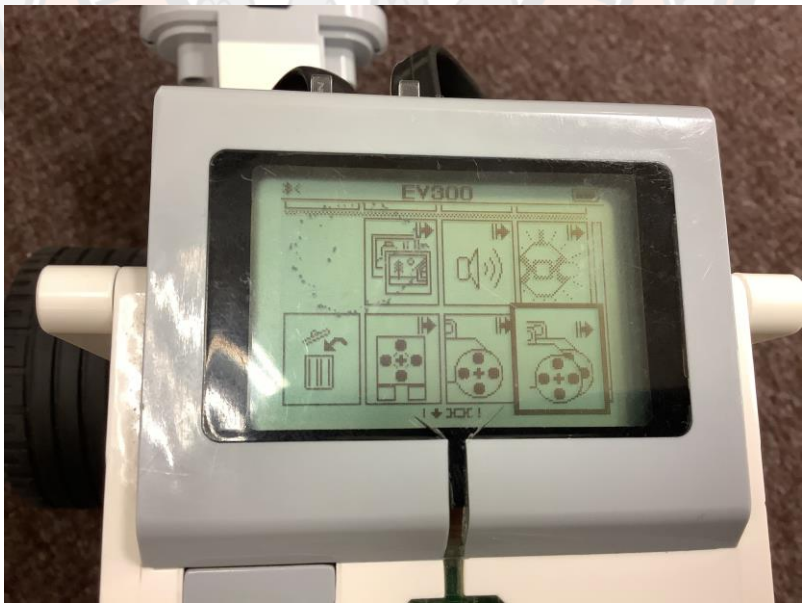


ทำการเขียนโปรแกรมดังต่อไปนี้

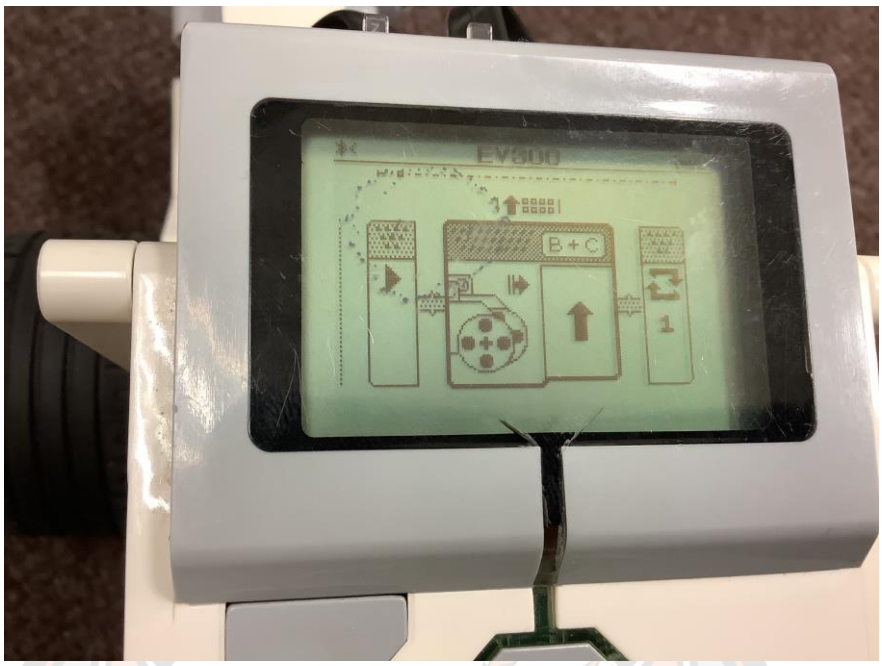
เลือก Brick Program



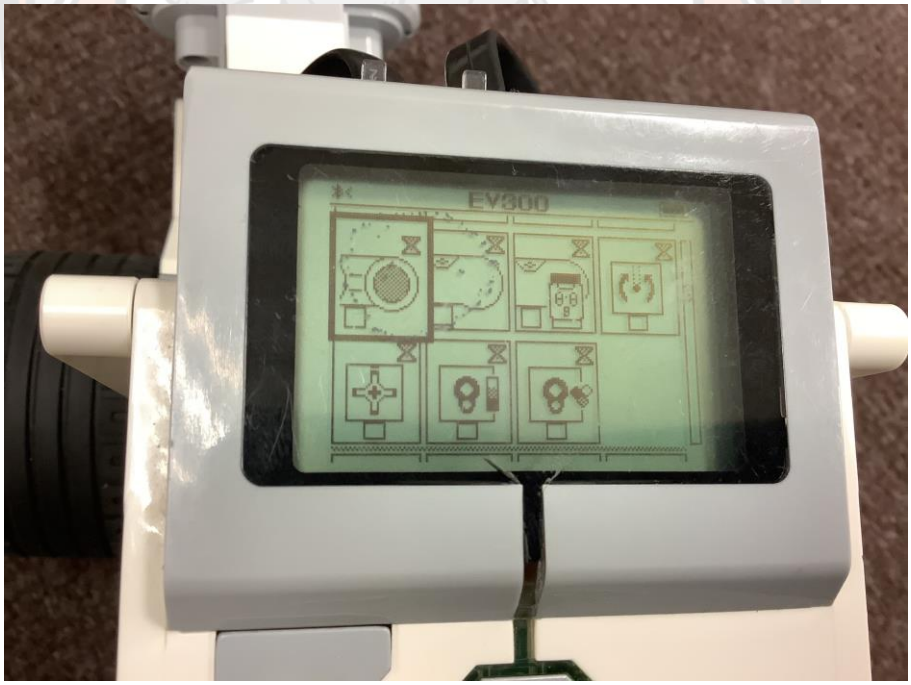
จากนั้น กดลูกศรขึ้น เพื่อเลือกเครื่องมือ



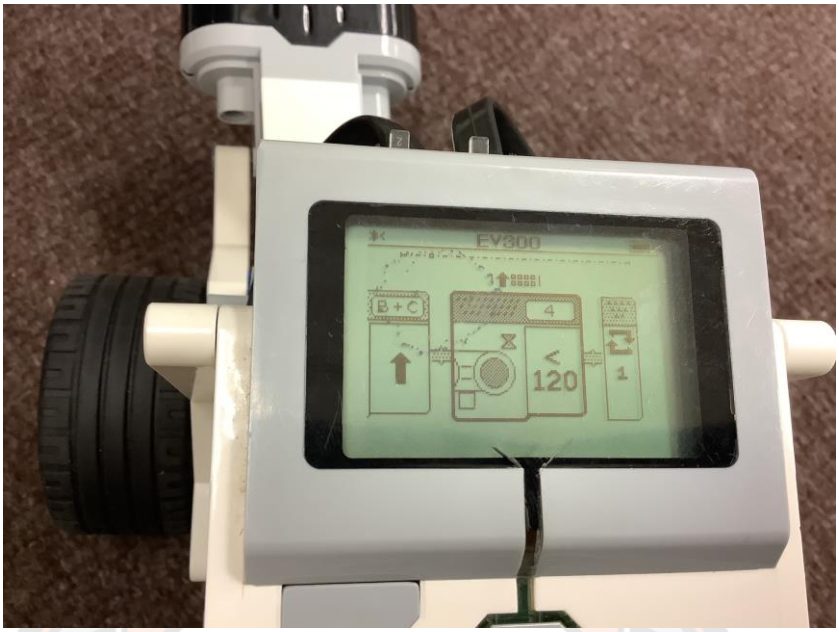
เลือกเครื่องหมาย มอเตอร์ ล้อ ที่เป็นคู่ (Large Motor)



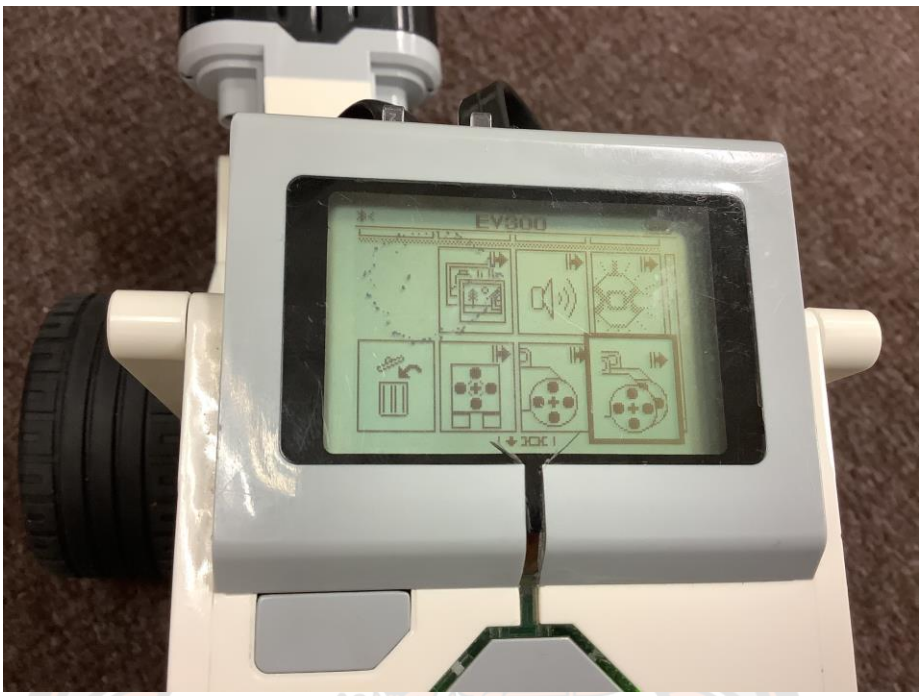
เลือกสัญลักษณ์ที่เป็นเครื่องมืออุปกรณ์ Ultra sonic sensor



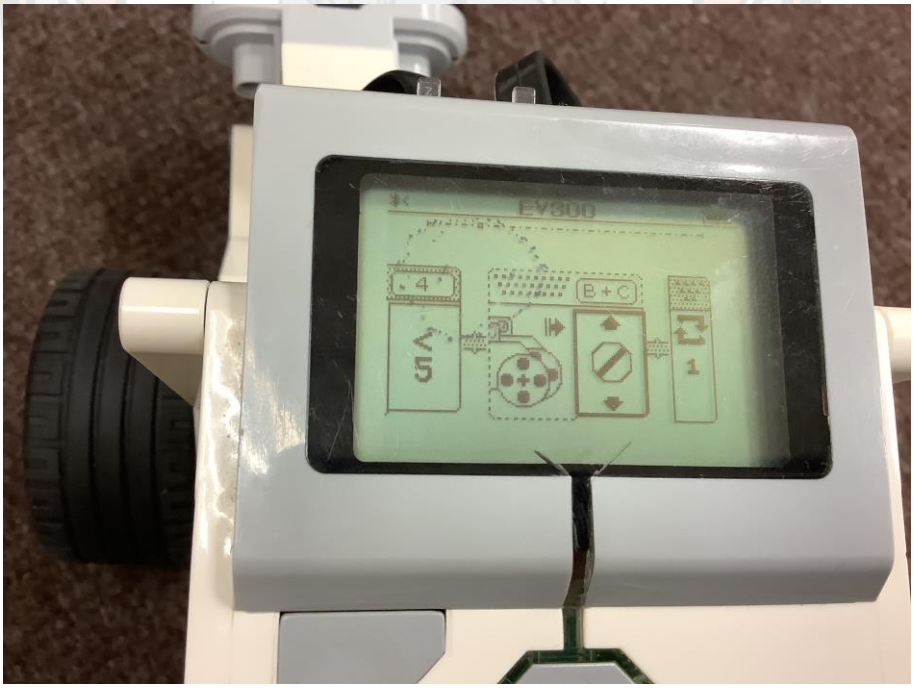
กำหนดระยะของ ultrasonic sensor



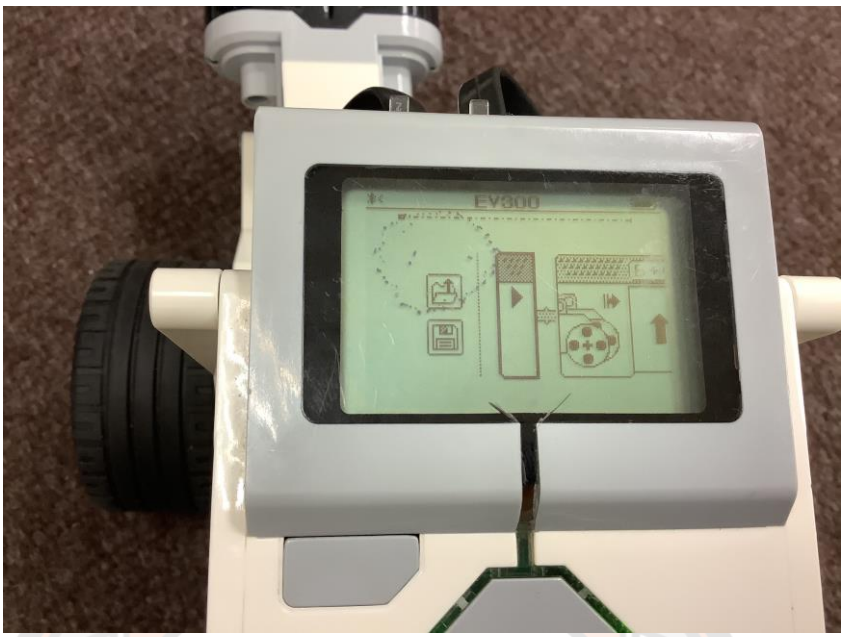
เมื่อกำหนดระยะของเครื่องมือ ultrasonic sensor
เรียบร้อยแล้วให้นำมอเตอร์มาปิดท้ายอีกหนึ่งบล็อกเสร็จแล้วให้กำหนดมอเตอร์เป็นสัญลักษณ์หยุดทำงานหรือปิดมอเตอร์



เลือกสัญลักษณ์ รูปล้อ แบบคู่



เลือกเครื่องหมายหยุด เพื่อสั่งให้ล้อหยุด



เมื่อนำไปทดลองให้หุ่นยนต์ทำงานหุ่นยนต์จะหยุดก่อนถึงวัตถุตรงหน้าเป็น
ระยะทางตามกำหนดหน่วยเป็นเซนติเมตรเราสามารถกำหนดระยะทางให้เป็นหน่วยอื่น ๆ
ได้โดยใช้โปรแกรมเวอร์ชั่น PC

ให้ลองทดสอบเขียนโปรแกรมด้วย Lego Brick
หรือเขียนจากกล่องโดยตรงโดยทำให้หุ่นยนต์เดินรอบกล่องของมันเป็นสี่เหลี่ยม

เริ่มต้นลงโปรแกรม Mindstrom EV3 เวอร์ชั่น PC

วัตถุประสงค์

3. สามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมด้วยแผนภาพจำลองได้

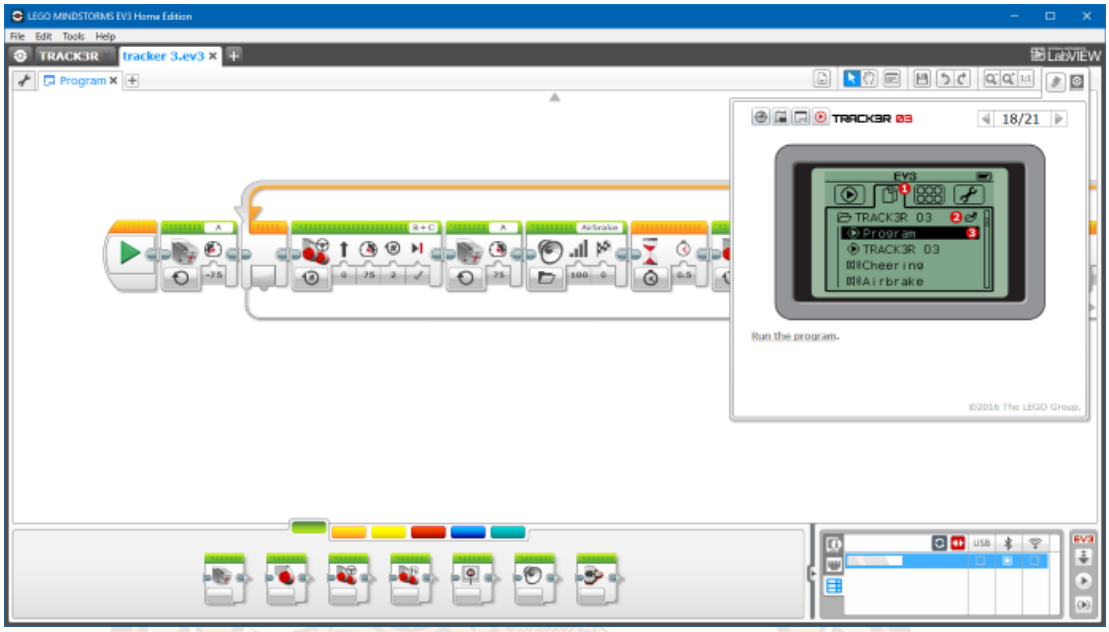
3.1 มีความรู้ความเข้าใจการทำงานแบบวนซ้ำ การวางเงื่อนไขต่าง ๆ ในการตัดสินใจ

3.2 สามารถวิเคราะห์เชิงระบบ เขียนแผนภาพจำลองการออกแบบ Hardware และ Software

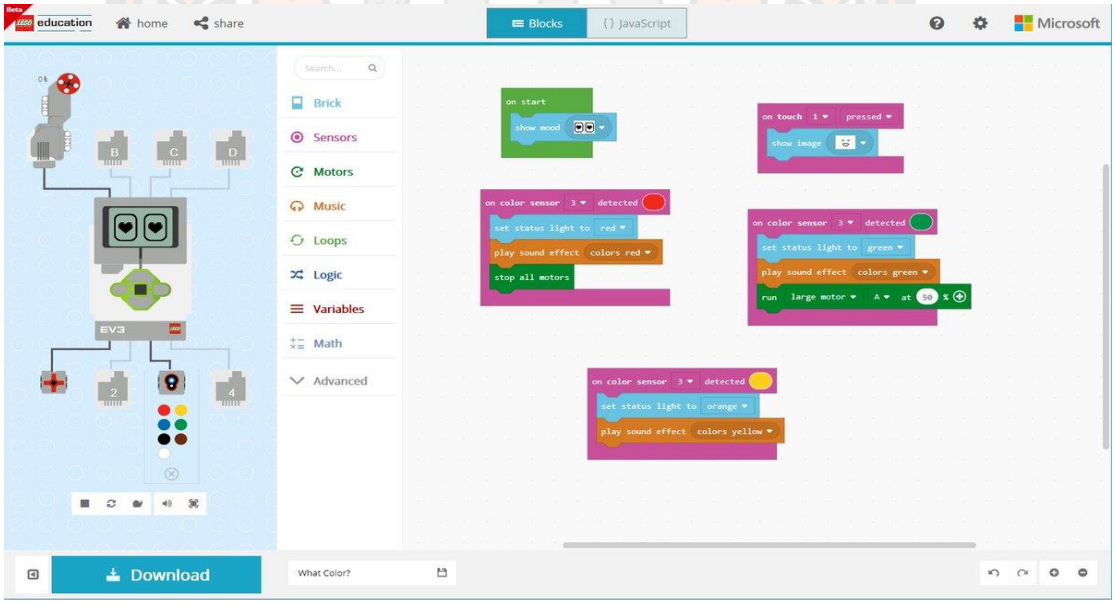
3.3 สามารถออกแบบภาพรวมการทำงาน และ อธิบายการทำงานอย่างเป็นขั้นเป็นตอน เป็นลำดับ ก่อนหลังอย่างเข้าใจ

การเขียนโปรแกรมให้กับ Lego Mindstrom EV3 จำเป็นต้องใช้ Software ที่ติดตั้งในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สะดวกในการออกแบบการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมสามารถติดตั้งได้ทั้ง PC, Mac และ iPad หน้าตาโปรแกรม จะมีอยู่ 2 ลักษณะ แบบแรก คือ หน้าตาของ Brick Program ซึ่ง ออกแบบโดย Lego ที่ใช้กันมานานมาก จนปี 2020 บริษัท เลโก้ เริ่มเปลี่ยนแนวทางของเครื่องมือเขียนโปรแกรม ให้เป็นแนวทางแบบเดียวกับ ภาษา Scratch แทน เนื่องจากการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ แนวใหม่ จำเป็นต้องใช้ภาษา ที่เป็น Block แบบเดียวกับ Scratch, App inventor ซึ่งเริ่มนิยมกันใช้แพร่หลายในปัจุบัน ในเอกสารชุดนี้ จะแนะนำการเขียนภาษาเลโก Brick แบบดั้งเดิมเนื่องจาก ศึกษาได้ง่าย และ รวดเร็ว พร้อมทั้งมีตัวอย่างโจทย์มากมายบนอินเตอร์เน็ต อีกทั้งยังเป็นที่นิยมกันใช้ในการแข่งขันในรายการ World Robot Olympics (WRO) ของแต่ละปี และง่ายต่อการถ่ายทอดจากรุ่นพี่ที่คุ้นเคยหน้าจอโปรแกรมแบบดั้งเดิม

โปรแกรม Lego Mindstrom EV3 แบบดั้งเดิม



โปรแกรม Lego Mindstrom Ev3 แบบใหม่ ที่ใช้ แนวทางการเขียนแบบเดียวกับ ภาษา Scratch



สามารถ Download โปรแกรมได้ที่

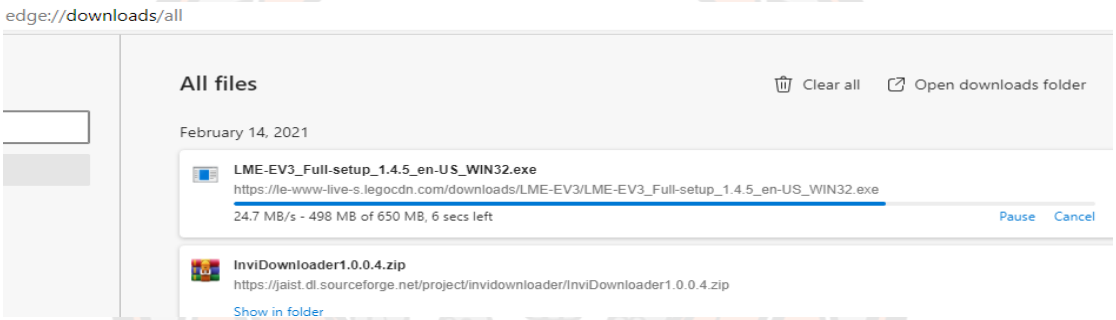
Old Version

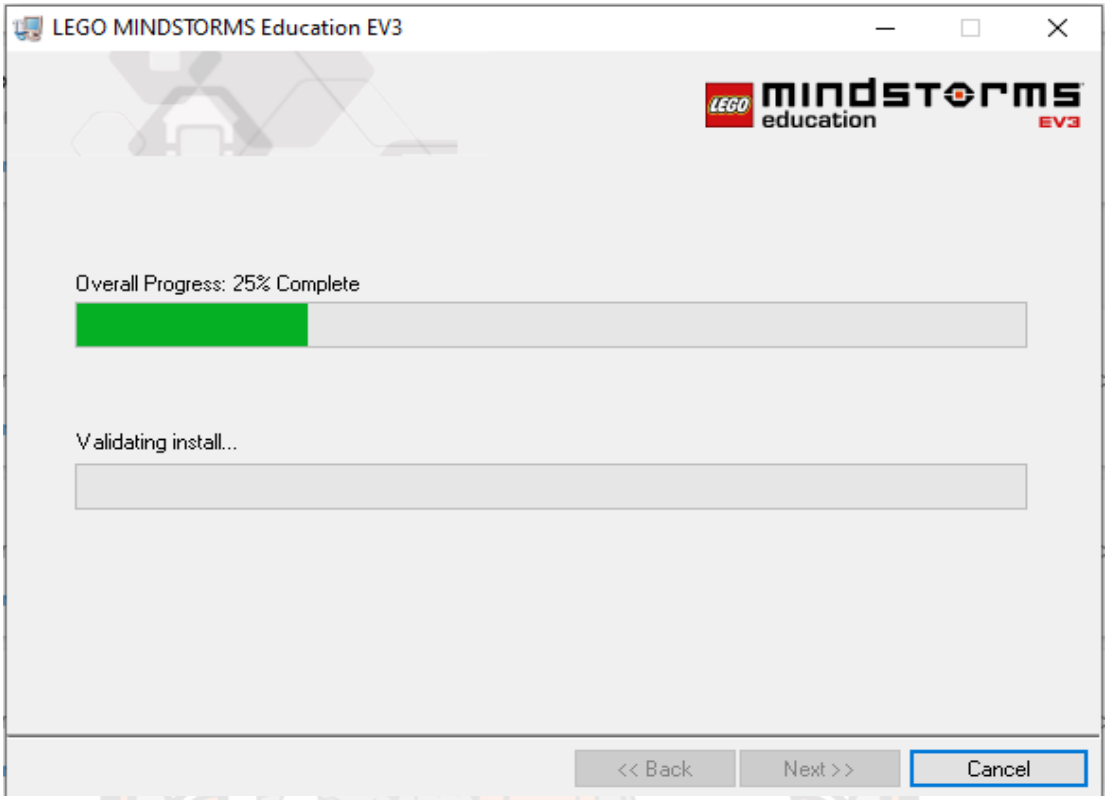
MINDSTORMS EV3 downloads – LEGO Education

New Version

MINDSTORMS EV3 downloads – LEGO Education

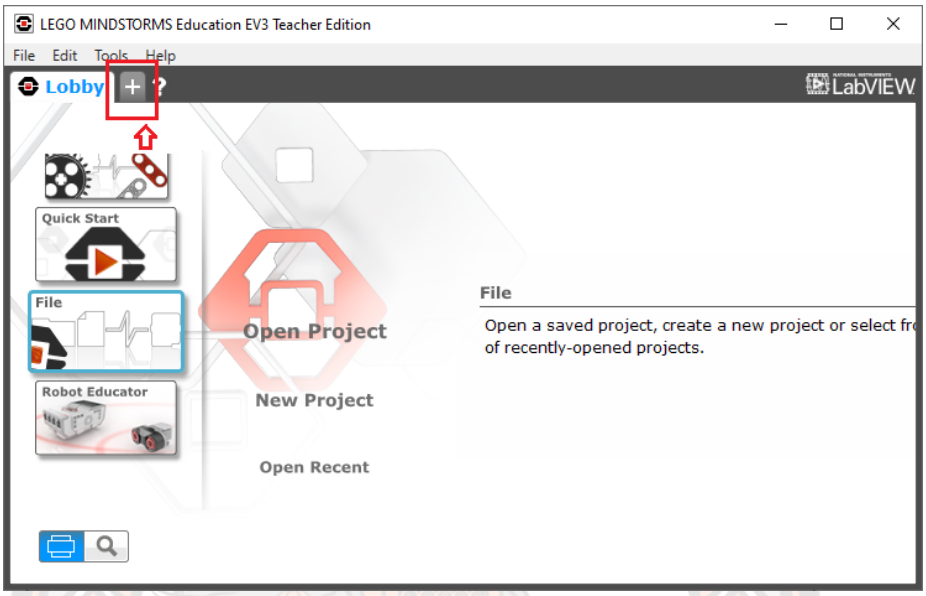
ทำการ Download ตัวติดตั้ง โปรแกรม



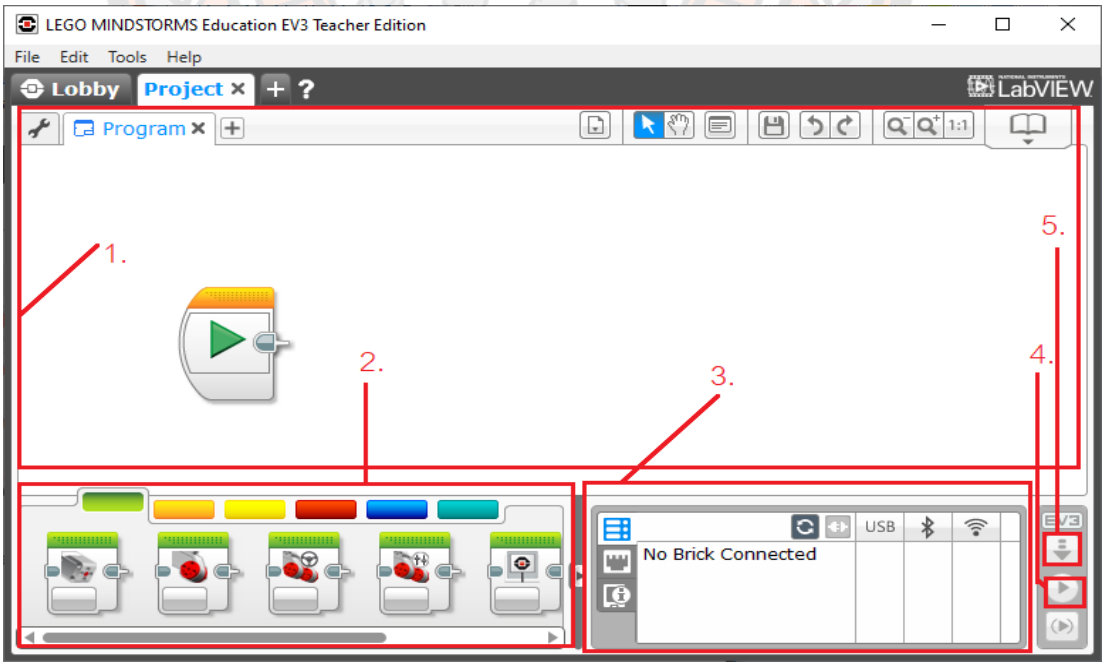


เมื่อติดตั้งโปรแกรมเสร็จจะปรากฏ สัญลักษณ์ รูป ปุ่มของ กล่อง Brick

เมื่อทำการเข้าโปรแกรม สามารถสร้าง Project โดยการกดปุ่ม เครื่องหมาย + บริเวณด้านบน จะสามารถเข้ามายังหน้าจอเขียนโปรแกรมได้

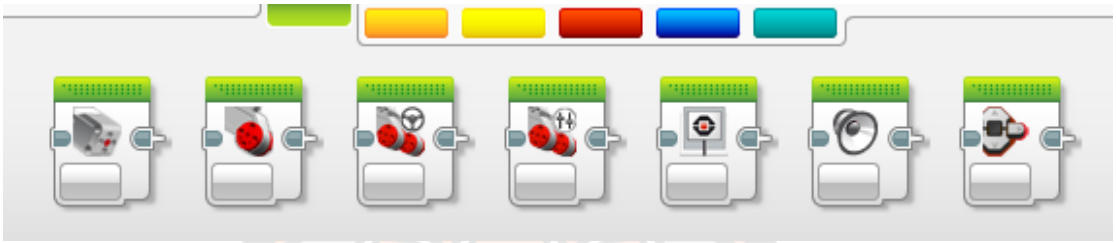


เมื่อเข้าสู่นหน้าจอเขียนโปรแกรม จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

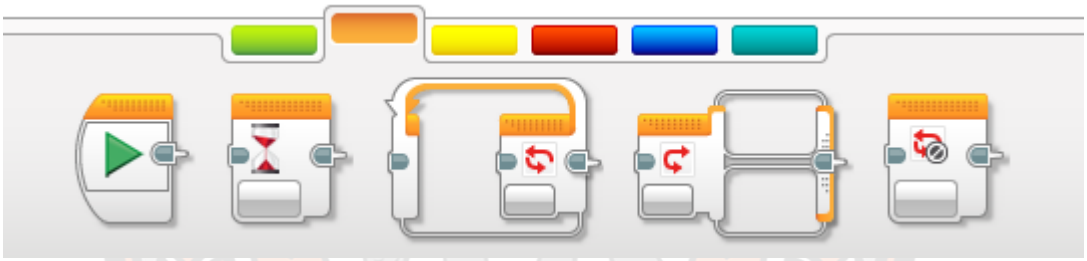


1. ส่วนหน้าจอออกแบบโปรแกรม โดย ออกแบบจากการไล่แผนภาพ ด้านซ้ายไปยังด้านขวา
2. ส่วนกล่องควบคุม เป็น ชุดคำสั่งที่ถูกแยกออกมาเป็น Block มีสีทั้งหมด 6 สี แต่ละสีจะเป็นฟังก์ชันที่ไม่เหมือนกัน ได้แก่

สีเขียว คือ OUTPUT ที่เป็นมอเตอร์ ขนาดต่าง ๆ และ หน้าจอของ Brick

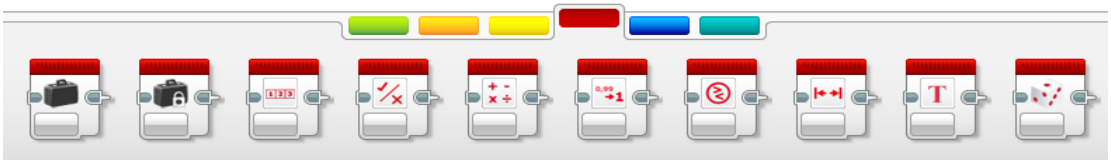


กล่องสีส้ม แทนด้วยคำสั่งควบคุมทิศทางของโปรแกรม การตัดสินใจ การวนซ้ำ การตรวจสอบเงื่อนไข

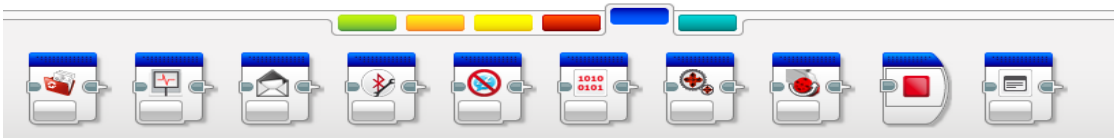


กล่องสีเหลือง คือ อุปกรณ์ INPUT หรือหน่วยรับเข้าข้อมูล

กล่องสีแดง หมายถึง ชุดกล่องคำสั่งการคำนวณทางคณิตศาสตร์

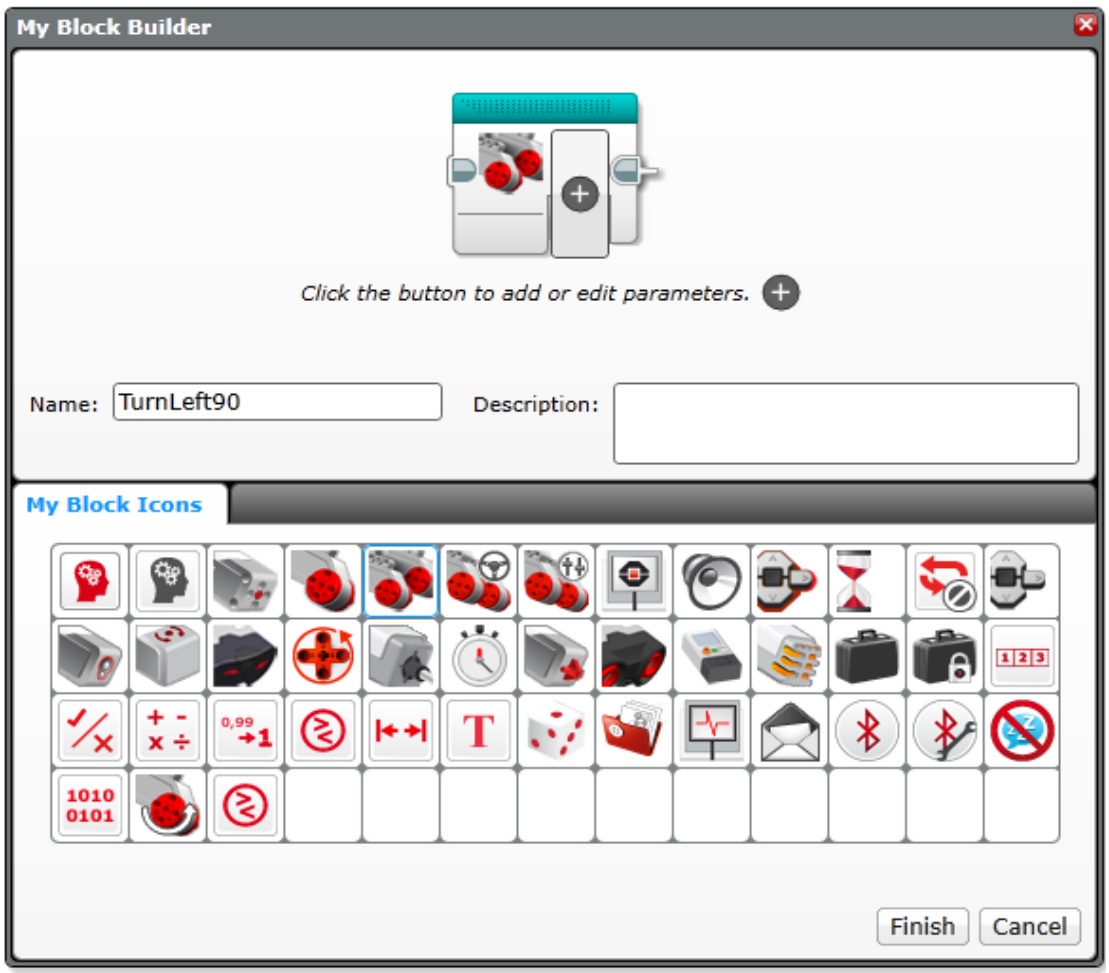


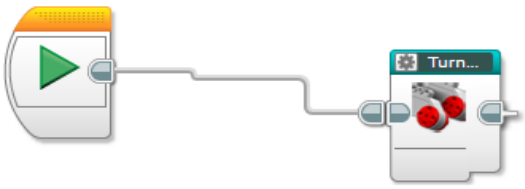
กล่องสีฟ้า คือ รูปแบบการส่งข้อมูลชนิดต่าง ๆ

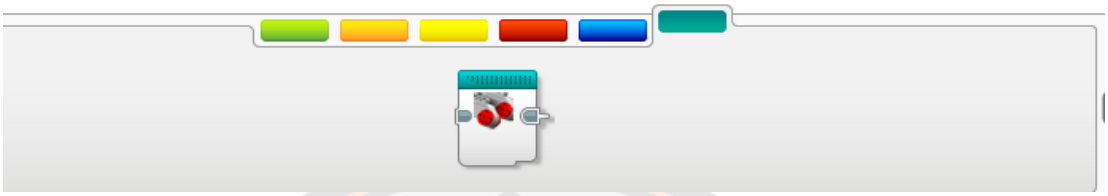


กล่องสีเขียวอมฟ้า คือ ฟังก์ชันคำสั่งย่อย หรือการย่อโปรแกรมคำสั่งที่เขียนแล้ว มาทำงานซ้ำอีก เช่น การเก็บคำสั่งเดินตามเส้นที่จำเป็นต้องเรียกซ้ำ หรือ คำสั่งที่ให้ความแม่นยำในการเลี้ยวในมุมฉากเป็นต้น

ตัวอย่างการสร้างคำสั่ง My Block Builder ในส่วนของสีเขียวอมฟ้า







3. ส่วนสถานะของ กล่อง Brick จะบอกสถานะว่า กล่องนั้นเชื่อมต่อกับอะไร มีสถานะการเชื่อมต่อกับเซนเซอร์ตัวใหน ที่พอร์ตใหนของตัวกล่อง สถานะอื่น ๆ เช่น รอบล้อระยะของ Ultrasonic sensor หรือแม้กระทั่ง สถานะการเชื่อมต่อของ กล่อง Brick
4. ปุ่ม RUN คือสั่งให้หุ่นยนต์ เริ่มทำงาน
5. ปุ่ม Download คือปุ่มสำหรับโหลดโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุมลงไปในกล่อง Brick

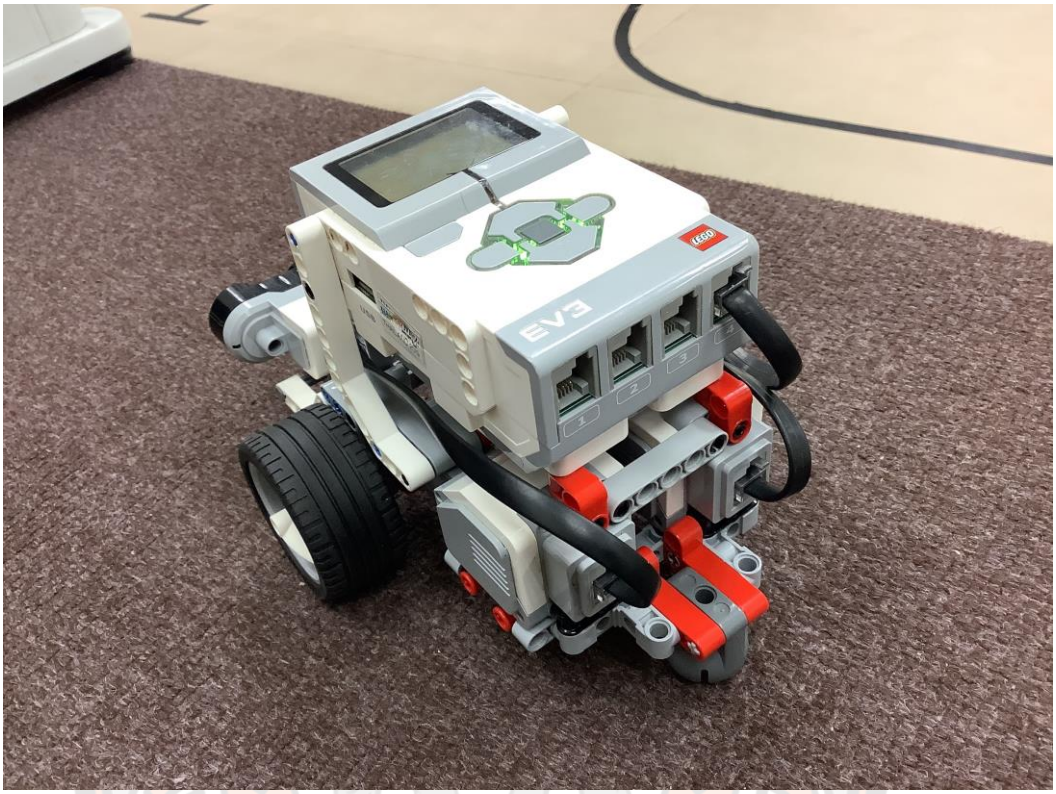
กลับเริ่มต้นเขียนโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์พีซี

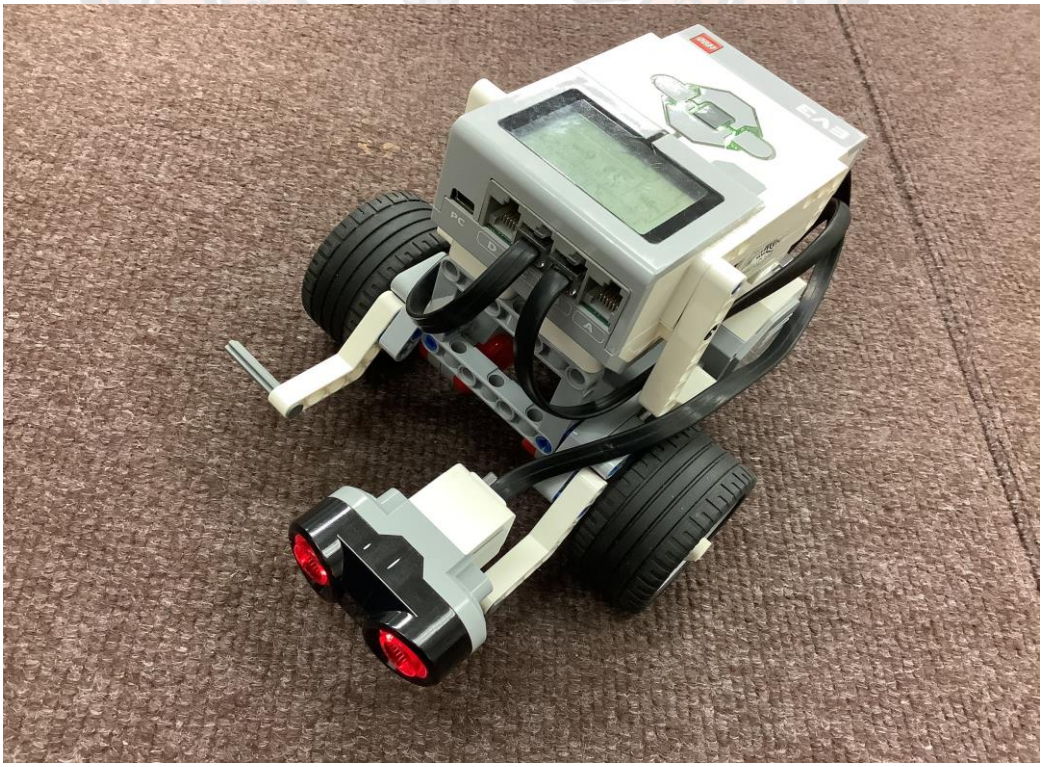
เราสามารถสร้างโปรแกรมได้โดยการเข้าไอคอนโปรแกรมและเมื่อเข้าสู่หน้าจอหลักให้กดเครื่องหมายบวกด้านมุมซ้ายบนของหน้าจอโปรแกรม

จากตัวอย่างเริ่มทดสอบการเขียนโปรแกรมด้วยการตรวจจับของ ultrasonic sensor *** กำหนดให้มีการทำงานดังนี้

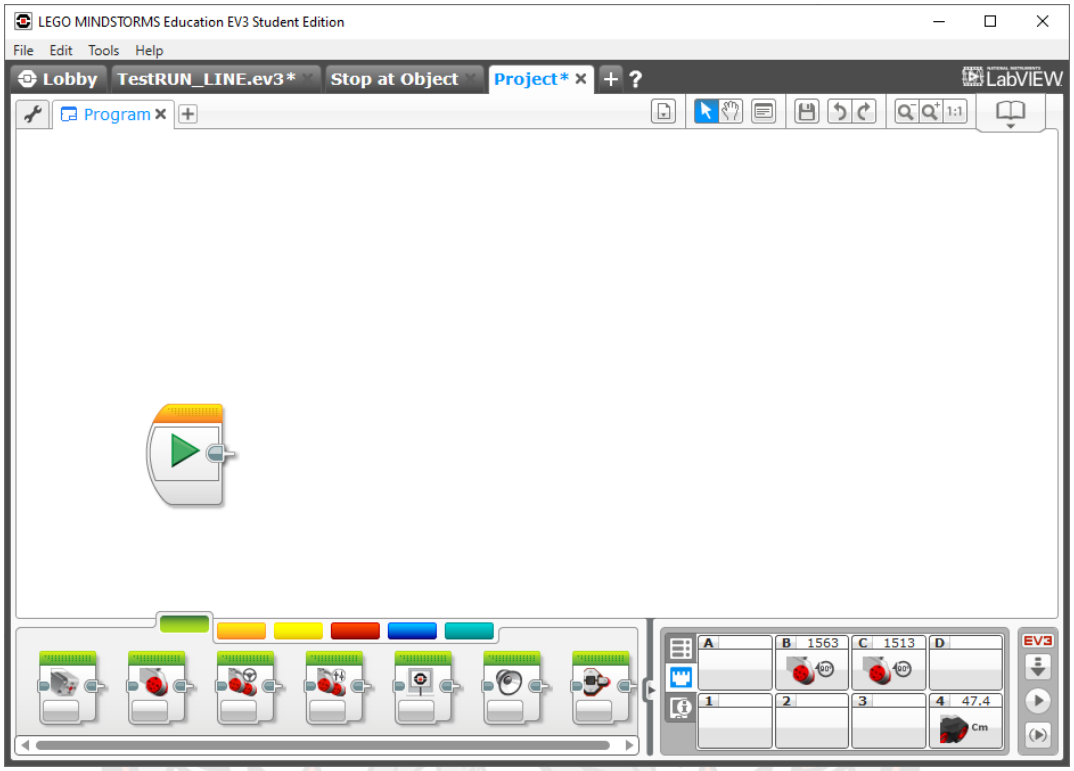
1) ให้เริ่มต้นที่กำหนดให้หุ่นยนต์เดินไปข้างหน้า
2) จากนั้นให้หยุดทำงานในระยะทางที่กำหนด

1. ทำการติดตั้งอัตราโซนิคเซ็นเซอร์ไว้ที่ด้านหน้าหุ่นยนต์และเชื่อมสายเข้าที่พอร์ตหมายเลข 4





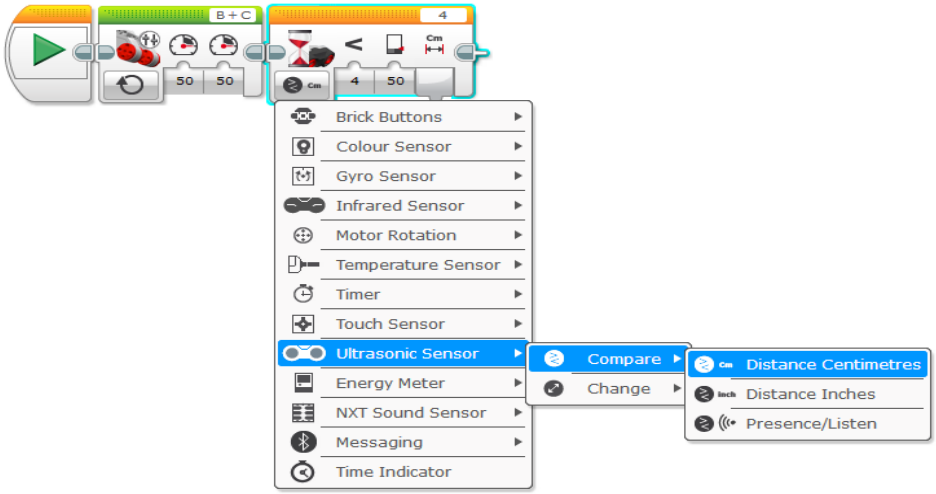
2. จากนั้นให้เชื่อมต่อสาย โดยการเสียบสาย USB ของหุ่นยนต์ ให้เข้ากับโปรแกรม



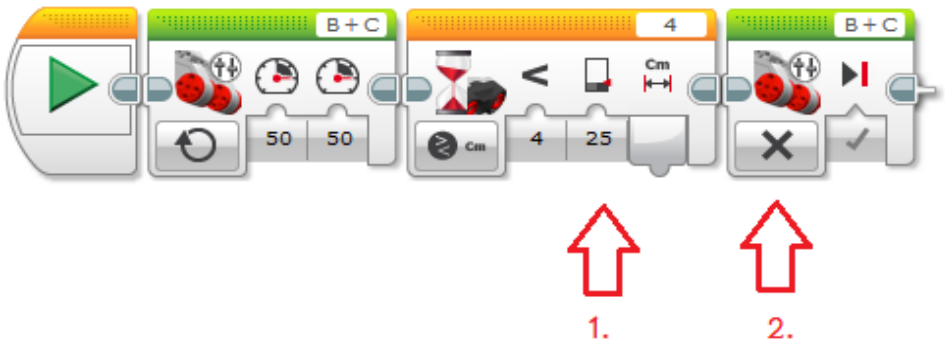
*** สังเกตว่า หากเสียบสาย USB แล้ว สถานะของพอร์ตต่าง ๆ กับมอเตอร์จะขึ้นอยู่ด้านขวาล่าง ซึ่งจะแสดง

3. นำ Block ชื่อว่า Move tank เลือกเป็น Switch On และต่อด้วย คำสั่ง Control รูปนาฬิกาทราย เลือกเมนูเป็น Ultrasonic Sensor และเลือกคำสั่งดังด้านล่าง

Ultrasonic sensor⟶ Compare ⟶ Distance

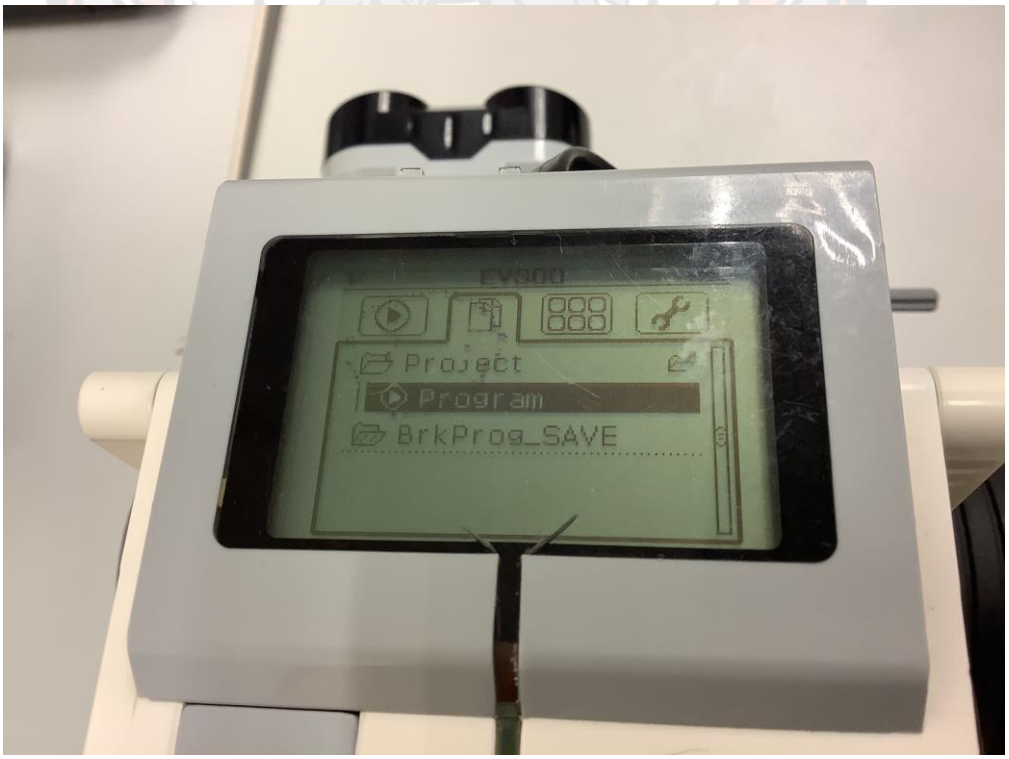


4. เลือก ให้ ระยะ ที่ลูกศรหมายเลข 1 เป็น 25 (ระยะห่าง 25 เซนติเมตร) จากนั้นให้นำ Move Tank มาวาง ปิดท้าย และเลือก off ดังหมายเลข 2



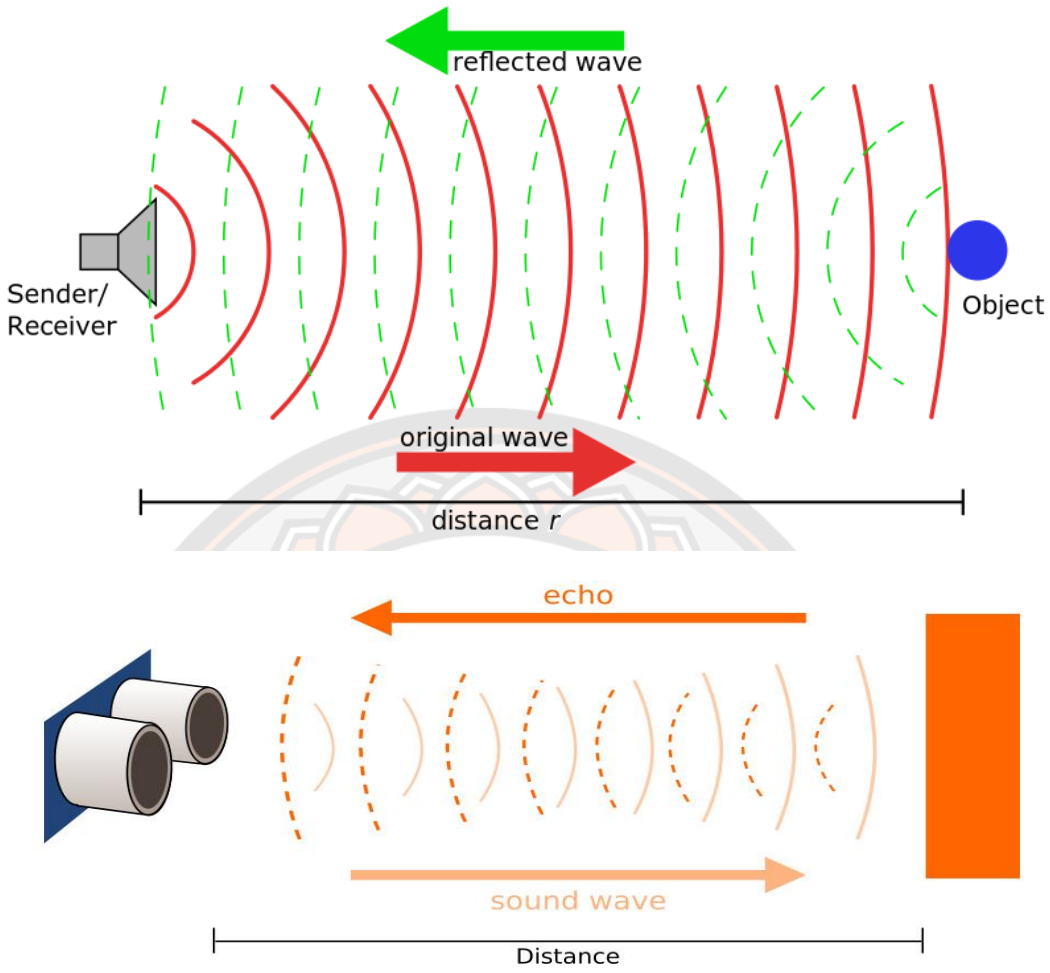
5. จากนั้นกด ลูกศร ลง เพื่อ ลงโปรแกรม (ปุ่มด้านบนสุด)
   **ปุ่มที่ 2 ด้านล่างลงมา หมายถึง ทำการรันโปรแกรมเลย ซึ่ง สามารถสั่งผ่านสาย และ ผ่าน Bluetooth ได้ เพื่อความรวดเร็วในการทดสอบโปรแกรม

6. เมื่อกดปุ่มลงโปรแกรม เสร็จแรียบร้อย ให้ไปที่ หุ่นยนต์ แล้วเลือกเมนู โปรแกรม (อาจตั้งเป็นชื่อโปรแกรม) ที่เป็นโปรแกรมล่าสุด จะอยู่บริเวณตำแหน่ง Tab ที่ 2 โปรแกรมแรกในรายการคือตัวโปรแกรมที่เพิ่งลงล่าสุด ให้ทำการ กด รัน เพื่อทดสอบหุ่นยนต์



7. จากนั้น ให้ทดสอบ วางหุ่นยนต์ลงที่พื้น และลองสังเกต หุ่นยนต์จะวิ่ง และหยุดเมื่อห่าง จากวัตถุเป็นระยะ 25 เซนติเมตร

หลักการของ อุปกรณ์ อัลตราโซนิค จะมีหลักการทำงานที่คล้าย ๆ กับ เครื่องโซนาร์ (อังกฤษ: Sonar : Sound navigation and ranging) เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจหาวัตถุใต้น้ำ มีความสำคัญเช่นเดียวกับเรือผิวน้ำ ส่วนมากจะถูกใช้ในการหาตำแหน่งของระเบิด เรืออับปาง ฝูงปลา และทดสอบความลึกของท้องทะเล มีหลักการทำงานคล้ายกับเครื่องเรดาร์ แต่โซนาร์จะใช้คลื่นเสียง และต้องใช้ในน้ำ แต่เรดาร์จะใช้ได้ในอากาศเท่านั้น



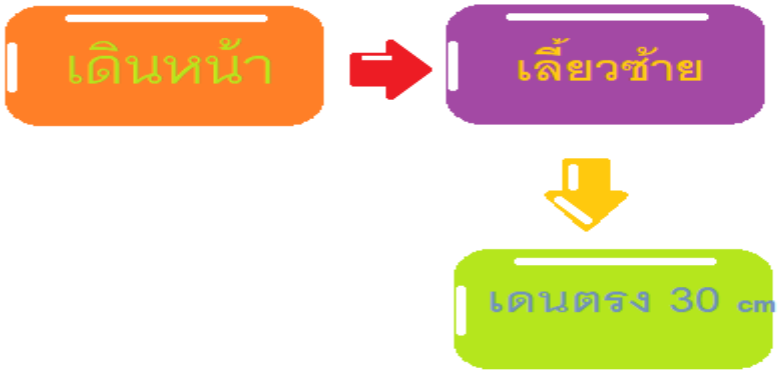
Ultrasonic sensor จะส่งคลื่น sound wave ไปตกกระทบกับวัตถุ และใช้เวลาที่คลื่นสะท้อนกลับไปเป็นตัวแปรในการเปรียบเทียบ ระยะทาง ของการสะท้อนกลับของเสียง ค่าที่ได้ จะออกมาเป็นหน่วยระยะทาง เซนติเมตร นิ้ว หรือ เมตร

การวางลำดับ เพื่อออกแบบการเขียนโปรแกรมชุดคำสั่งควบคุม แบบอัตโนมัติ

ก่อนที่จะทำการวางแผนการเขียนโปรแกรม เราสามารถวางแผนการเขียนโปรแกรมได้โดยการเขียนลงกระดาษ เช่น หากจะสั่งให้หุ่นยนต์ เดินหน้า แล้วเลี้ยวซ้าย เดินตรง 30 เซนติเมตร ควรเขียนลงในกระดาษ เพื่อ ออกแบบเสียก่อน ซึ่ง สามารถเขียนลงในเศษกระดาษได้ โดยไม่มีข้อกำหนดว่าส่วนใหนผิดจนกว่าจะได้ลอง นำ ร่างคำสั่งที่ได้ มาเขียนเป็นโปรแกรม

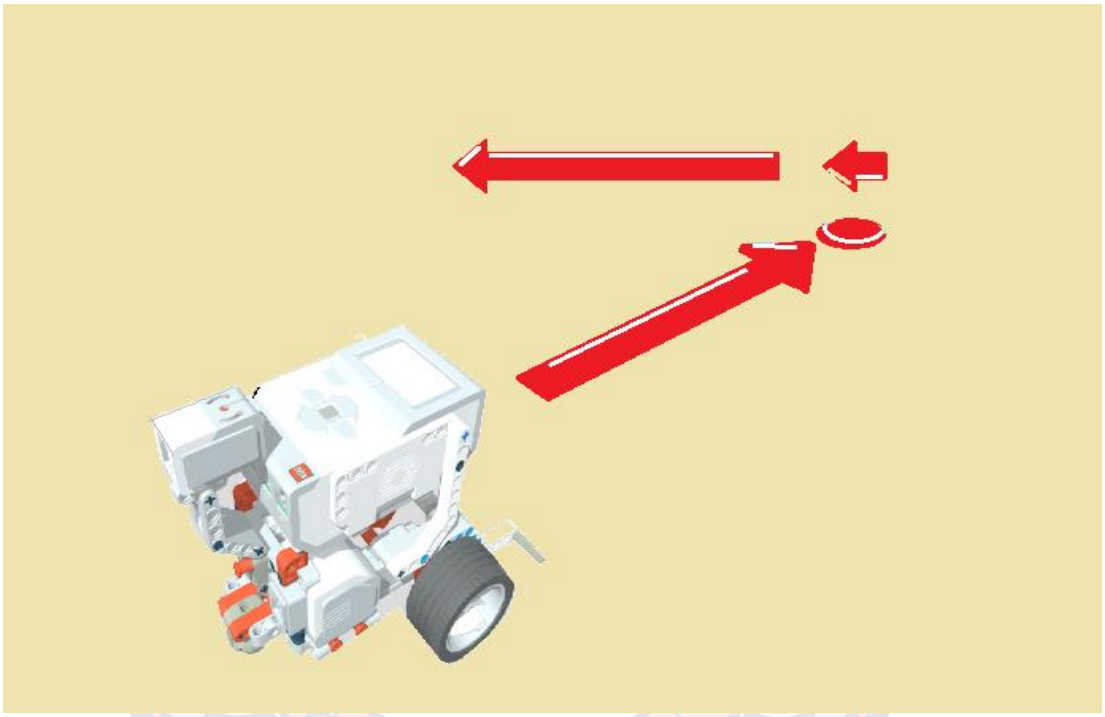
*ในการออกแบบ ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ การเขียนแผนดำเนินงาน หรือผังงานจำเป็นอย่างยิ่งในการวางแผน การเขียนโปรแกรม เนื่องจาก การสร้าง โปรแกรม จากผังงาน จะเหมือนการสร้างบ้านโดยที่มีพิมพ์เขียว ซึ่งจะแสดงขั้นตอน ลำดับงาน อะไรทำก่อน อะไรทำทีหลัง อย่างเป็นลำดับ ทำให้มีการจัดเรียงลำดับความคิดได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างการออกแบบ การเขียนโปรแกรม หรือ การร่าง ผังงานอย่างง่าย ด้วยการวาดลงกระดาษ



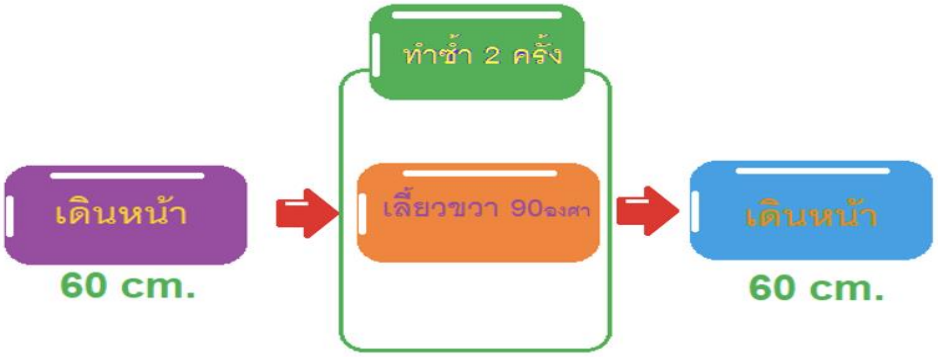
เราสามารถ ออกแบบ การกระทำ ที่เป็นภาษาที่ตนเองเข้าใจง่าย เช่นเดียวกับการเขียนแผนภาพเพื่ออธิบายเสียก่อน จะทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น

เมื่อทำการเขียนโปรแกรม ตั้งค่า เรียบร้อย จะสังเกตจากการเดินของหุ่นยนต์ ว่าตรงตามที่ออกแบบการเดินไว้หรือไม่ ถ้าไม่ใช่ ให้นักเรียน ลองวิเคราห์ หาสาเหตุ ของความผิดพลาด และนำมาแก้ไขต่อ หรือ ทำการจดบันทึกได้ ว่าปัญหา เกิดจากส่วนใด และแนวทางแก้ไขปัญหา ที่เกิดขึ้นทำอย่างไร

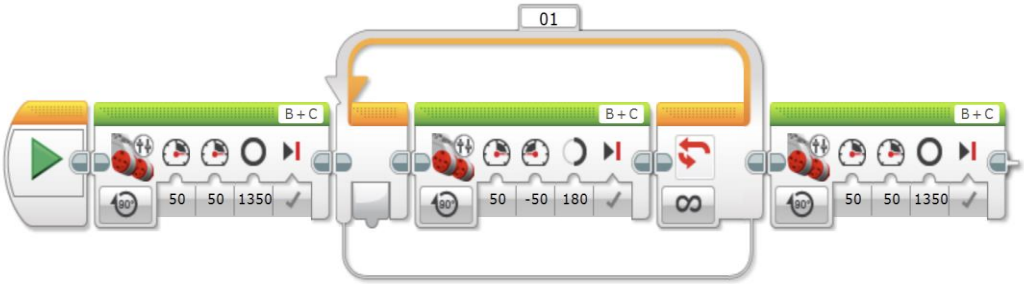


เช่นเดียวกัน การเขียน แผนภาพ เพื่ออธิบายลำดับการออกแบบโปรแกรม ควรมีการจำลอง การเขียนที่คล้ายกับ ลักษณะหน้าจอของโปรแกรม และใช้ ภาษาที่สื่อความหมายที่เข้าใจได้ง่าย เพื่อใช้เป็นแผนในการดำเนินการเขียน ตัวอย่างนี้ เป็นการเขียนโปรแกรม ที่ทำให้ หุ่นยนต์ เดินไปยัง ด้านหน้า และ กลับมาจอดยังที่เดิม ในระยะทางที่เท่ากัน

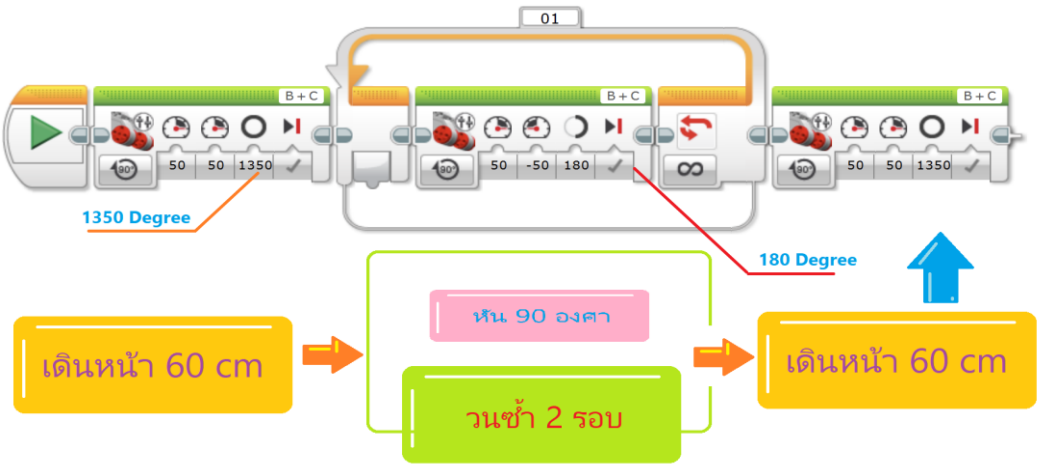
แบบร่างการเขียนโปรแกรม



ตัวโปรแกรมจริง ที่ได้จากแบบร่างด้วยการเขียนลงกระดาษ



เปรียบเทียบระหว่าง แบบร่างด้วยกระดาษ กับโปรแกรมจริง



หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้อย่างไร

วัตถุประสงค์

4. เข้าใจกระบวนการขั้นตอนวิธี (Algorithm)

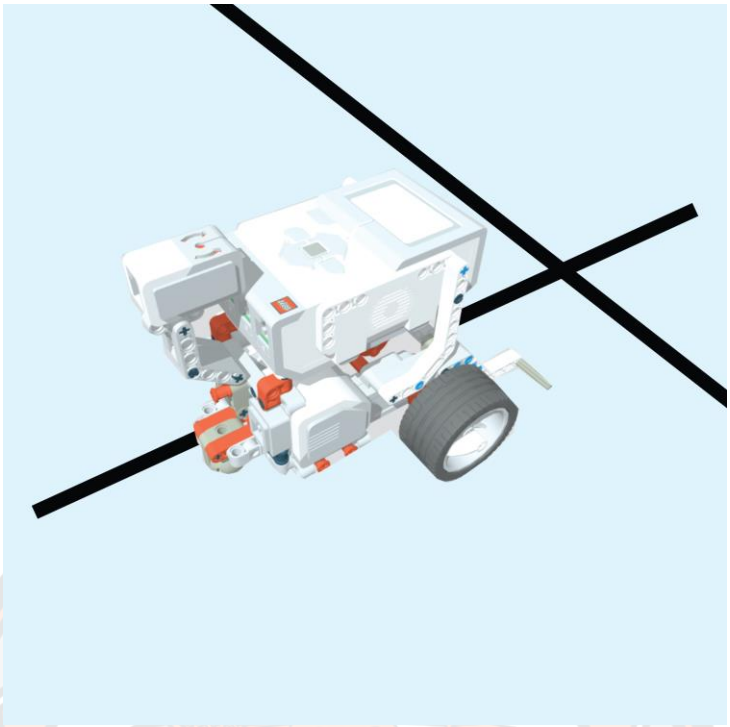
4.1 มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ การเลี้ยวในลักษณะต่าง ๆ ของหุ่นยนต์พื้นฐาน

4.2 มีความรู้ความเข้าใจในการวัดค่าแสงเพื่อนำมาใช้วางเงื่อนไขการเขียนโปรแกรมได้

4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการออกแบบผังงานสำหรับการวางแผนการเขียนโปรแกรมการออกแบบการเดินตามเส้น จังหวะที่หุ่นยนต์ หลุดเส้นและพยายามกลับมาที่เดิม

4.4 สามารถนำผังงานที่ได้จากการออกแบบมาเขียนเป็นคำสั่งจริง และสามารถใช้งานให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้จริงเขียนขั้นตอนวิธีการจัดการปัญหา (Algorithm) คิดกระบวนการจัดการปัญหา การตรวจสอบแก้ไข และรายงานผลการทำงาน สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบข้อผิดพลาด ที่เกิดจากปัญหาที่เกิดขึ้นได้

การทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นนั้นอาศัยหลัก PID controller หรือวงจรควบคุมอัตโนมัติโดยทั่วไปใช้ควบคุมความเสถียรของอุปกรณ์ หรือควบคุมการทรงตัว การทำงานของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์บางอย่าง โดยหุ่นยนต์จะถูกกำหนดด้วยเซ็นเซอร์แสง ซึ่งการควบคุมจะใช้การวัดความต่างของสีซึ่งค่าสีแต่ละค่าที่มีความต่างอย่างชัดเจนเหมือนสีดำกับสีขาวจะใช้เป็นเงื่อนไขในการเดินตามของหุ่นยนต์



เราสามารถใช้เซ็นเซอร์แสงในการนำทางโดยการตรวจจับแสงสีขาวและแสงสีดำโดยมีการวางเงื่อนไขกำหนดการเคลื่อนที่อย่างมีหลักการคือหากคุณยนต์เจอแสงสีขาวให้ทำการเบนไปยังเส้นสีดำ

กรณีใช้เซนเซอร์แสง ตัวเดียว

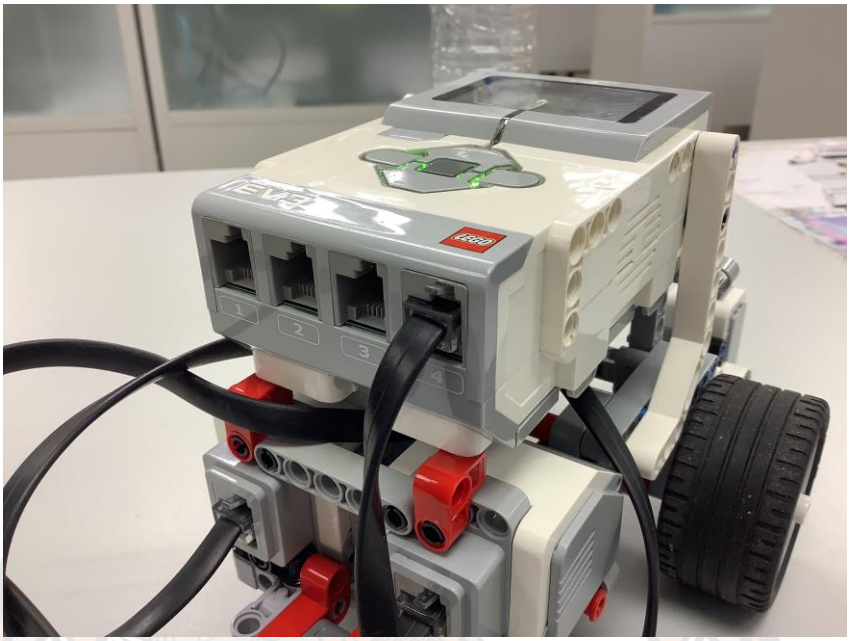
ในกรณีเซ็นเซอร์ตัวเดียวหุ่นยนต์จะมีการส่ายและความระเบียบของการวิ่งน้อยกว่าแบบมีสองเซ็นเซอร์เหมือนคนมีตาข้างเดียวย่อมเดินช้ากว่าคนตาสองข้าง

****ในเมื่อมีเซนเซอร์แสงเพียงตัวเดียว หุ่นยนต์จำเป็นต้องตั้งให้เซนเซอร์แสงตรวจจับสีดำที่เป็นความหนาของเส้น

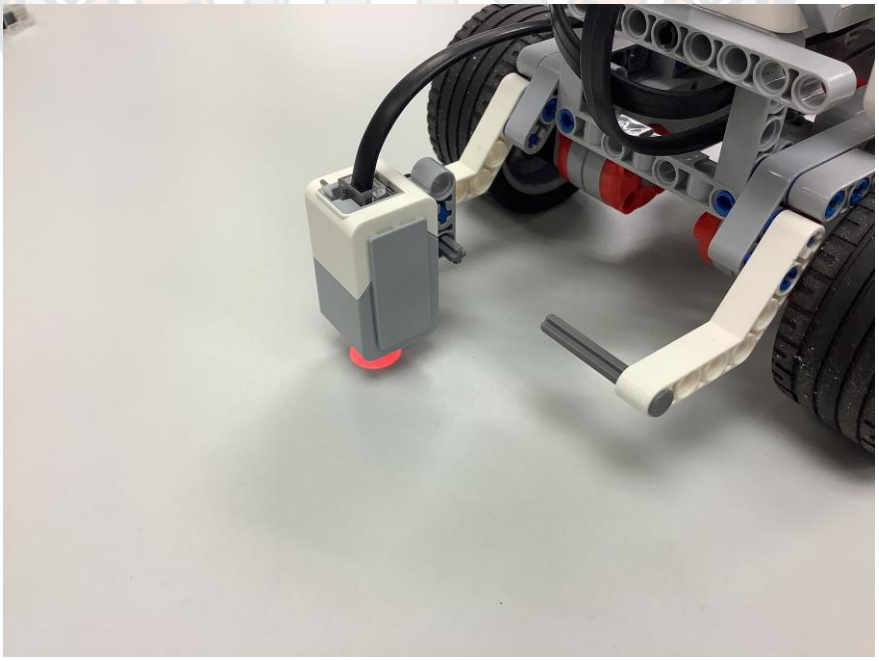
เริ่มการทดสอบ

นำหุ่นยนต์พื้นฐานมาติดตั้งเซ็นเซอร์ที่บริเวณด้านหน้าฝั่งซ้ายหรือฝั่งขวาก็ได้

เชื่อมต่อพอร์ตเซนเซอร์แสงที่ตำแหน่งหมาย 4



ทำการติดตั้งเซ็นเซอร์แสงบริเวณด้านหน้าของหุ่นยนต์



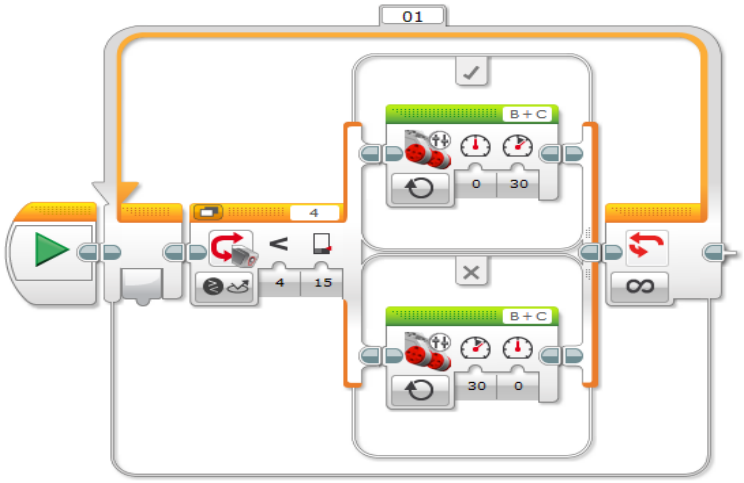
ไปที่บริเวณกล่องเบรคเลือกเมนู Port view เพื่อทดสอบค่าแสง

หลังจากไปที่เมนู Port view แล้วนำเซ็นเซอร์ไปวางบริเวณเส้นดำจะปรากฏห้าของแสงที่ไม่เกินหลัก 10 หรือเป็นเลขหลักเดียว

และเมื่อนำเซ็นเซอร์แสงไปวางบริเวณที่เป็นสีขาวหรือบริเวณพื้นจะได้ค่าแสงที่เป็นส่วนสว่าง ซึ่งมีค่ามากกว่า 30 ขึ้นไป

*** ทั้งนี้การวัดค่าแสงช่วงกลางวันและช่วงกลางคืนจะให้ค่าที่ต่างกัน ตอนซ้อมและวันแข่งขันจริงอ้วนวัดค่าแสงที่แน่นอนก่อนจะนำไปใช้กับโปรแกรมที่เขียนไป

หลังจากนั้นให้ทำการเขียนโปรแกรมดังรูปภาพด้านล่าง



จากภาพหากไล่ลำดับการทำงานจากซ้ายไปขวาจะเห็นได้ว่า

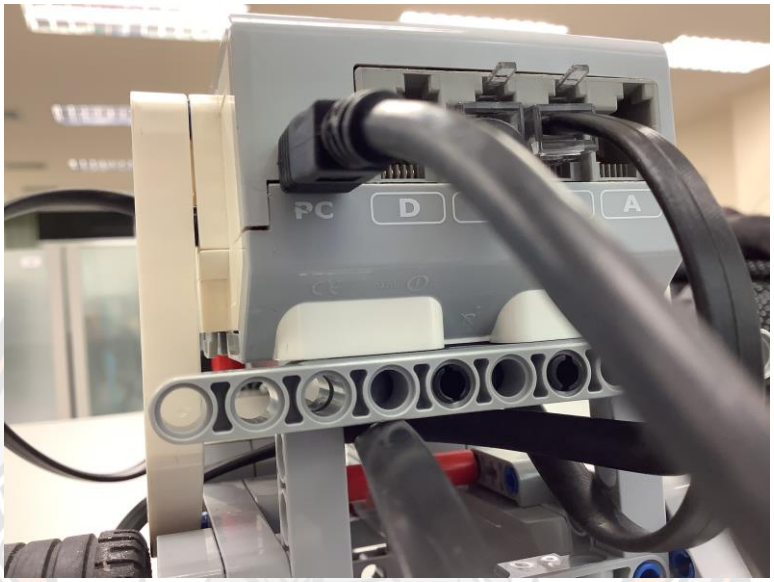
ใช้การกำหนดเพียงเงื่อนไขเดียวคือเช็คจากค่าแสงสีขาว

เมื่อเซ็นเซอร์รับแสงที่ Port หมายเลข 4 มีค่าการสะท้อนน้อยกว่า 30-40 ที่เป็นค่าแสงสีขาวหรือพื้นขาว

หากเข้าเงื่อนไข หุ่นยนต์จะ บิดไปทาง ซ้าย (ล้อ C หรือ ล้อหน้าขวา จะหมุนที่ความเร็ว 30) หากไม่เข้าเงื่อนไข หุ่นยนต์จะบิดไปทางขวา (ล้อ B หรือ ล้อหน้าซ้าย จะหมุนที่ความเร็ว 30)

ลองทดสอบ เขียน Code และสังเกตผลลัพธ์

เมื่อเขียนโพสต์เสร็จแล้วให้เชื่อมต่อให้เข้ากับสาย USB เพื่อทำการโหลดโปรแกรม



*** ค่าแสงส่วนมากจำเป็นต้องทำการวัดแสงจากสถานที่จริง เนื่องจาก ค่าของแสงในตอนซ้อมกับค่าของแสงในตอนนำเสนอ อาจมีค่าที่เปลี่ยนไป จำเป็นต้องนำค่าแสงที่เป็นปัจจุบันมาใช้จริง

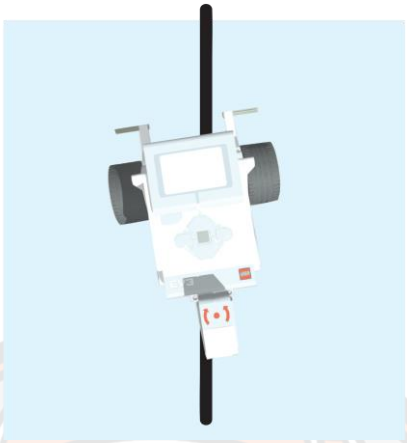
ผลลัพธ์ที่ได้ คือ หุ่นยนต์สามารถเดินตามเส้นได้แต่มีอาการส่ายมากและเดินเพื่อนที่ช้า เนื่องจากมีเซ็นเซอร์จับแสงเพียงตัวเดียว

กรณีใช้เซนเซอร์แสง 2 ตัว

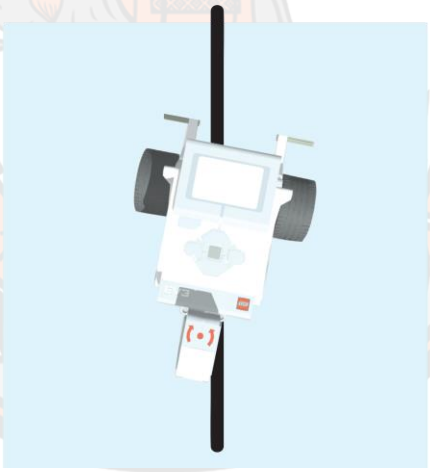
เมื่อหุ่นยนต์ติดตั้งเซนเซอร์แสง 2 ตัว ทำให้การเดินตามเส้น มีความแม่นยำยิ่งขึ้น ซึ่งในการแข่งขัน WRO นิยมใช้การเดินตามเส้นโดยเซ็นเซอร์ทั้งสองตัวด้านหน้าเนื่องจากสามารถทำเวลาได้ไวกว่าและมีความแม่นยำมากกว่าอีกทั้งยังสามารถนับเส้นตัดได้แม่นยำเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุหรือเป้าหมายที่ต้องการได้การทำงานของ หุ่นยนต์ที่มีเซ็นเซอร์สองตัวมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

การใช้เซนเซอร์แสง 2 ตัวในการนำทาง สามารถแบ่งเป็น 3 กรณี ดังต่อไปนี้

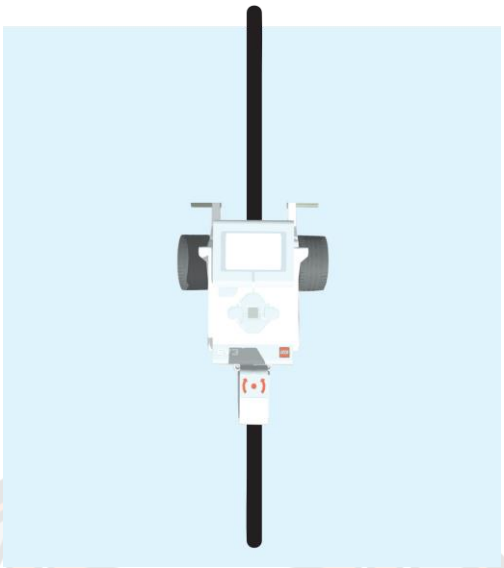
1. หากเป็นกรณีที่ใช้ให้ร้อขวาหมุนด้วยความเร็ว 30 องศาทำให้หุ่นเบนไปทางด้านซ้าย



2. หากเป็นกรณีที่ไม่ใช่หรือไม่เข้ากรณีเงื่อนไขให้ล้อซ้ายหมุนด้วยความเร็ว 30 เพื่อให้หุ่นยนต์จะเบนไปทางขวา

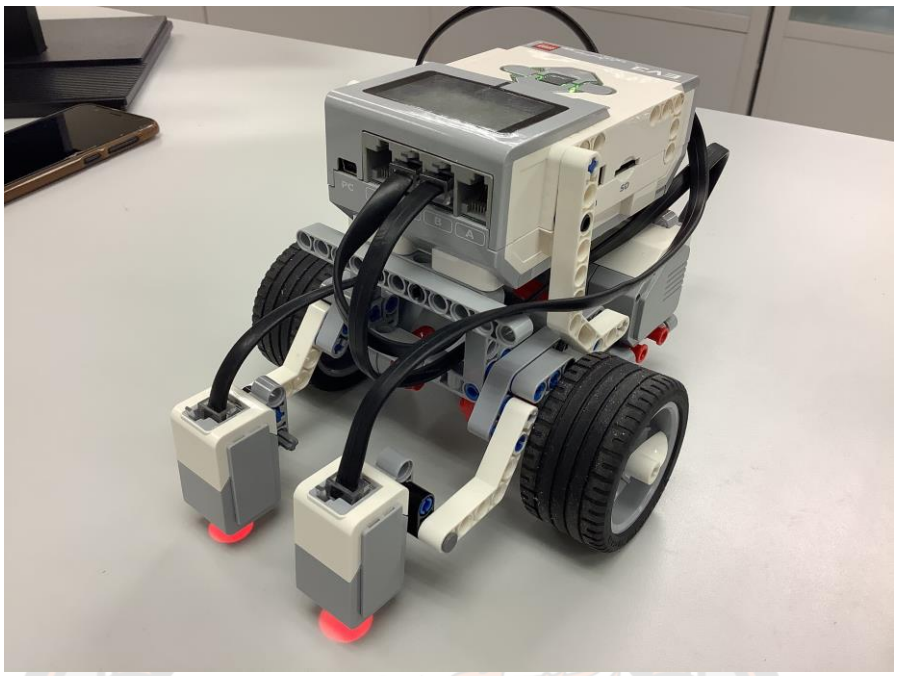


3. กรณีที่หุ่นยนต์เซนเซอร์ด้านซ้ายและขวารับแสงสว่างสีขาวพร้อมกันจะมีการสั่งการให้ล้อซ้ายและล้อขวา หมุนเร็วเท่ากัน ส่งผลให้หุ่นยนต์เดินเป็นเส้นตรง

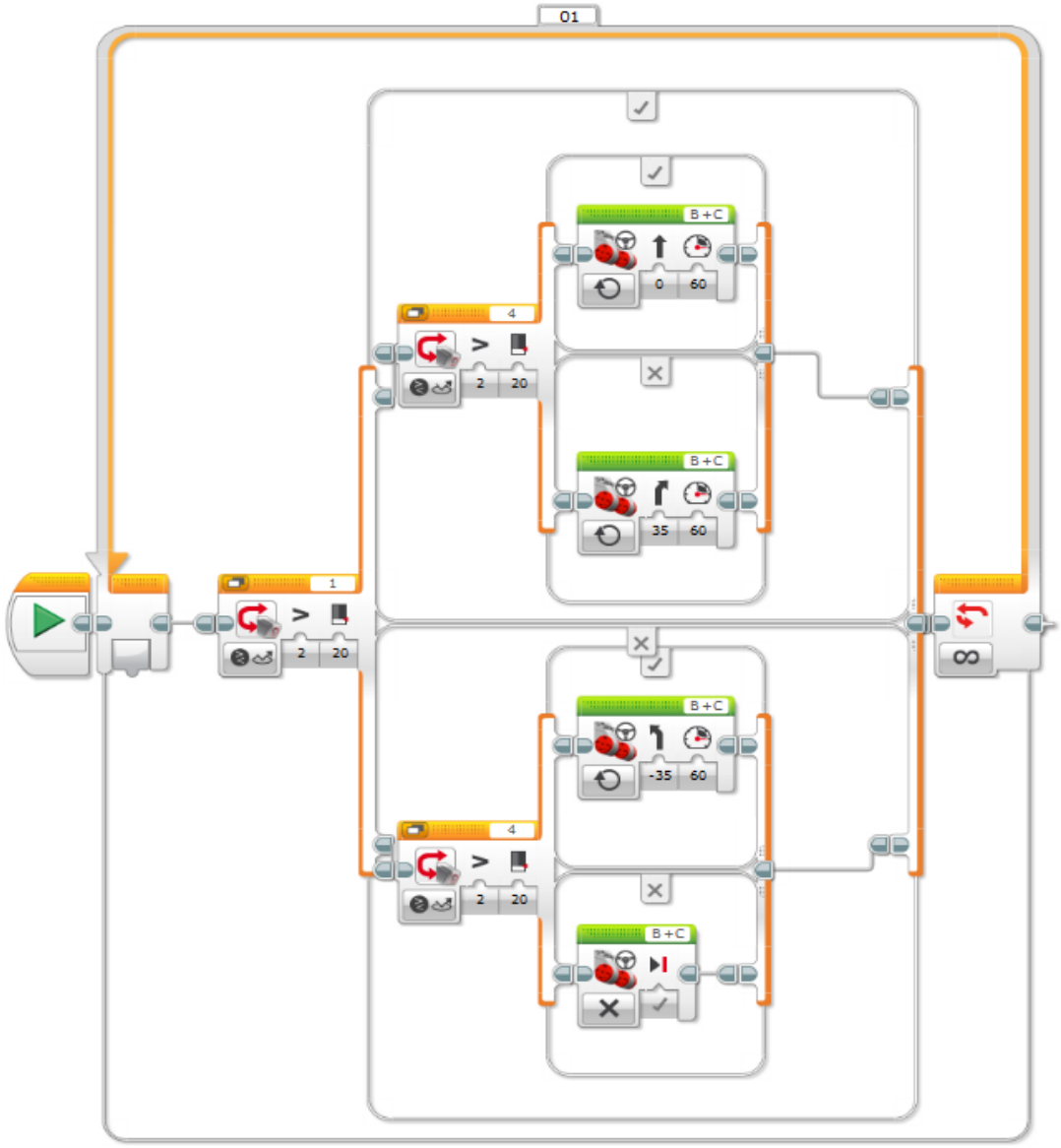


ในการแข่งขัน WRO (World Robot Olympics) ของแต่ละปี ผู้เข้าแข่งขันนิยมใช้เซนเซอร์ 2 ตัวเพื่อนำทาง มากกว่า การเดินด้วย เซนเซอร์ตัวเดียว โดยการใช้เซนเซอร์ 2 ตัวนั้น สามารถเขียนแผนการดำเนินการได้ดังนี้

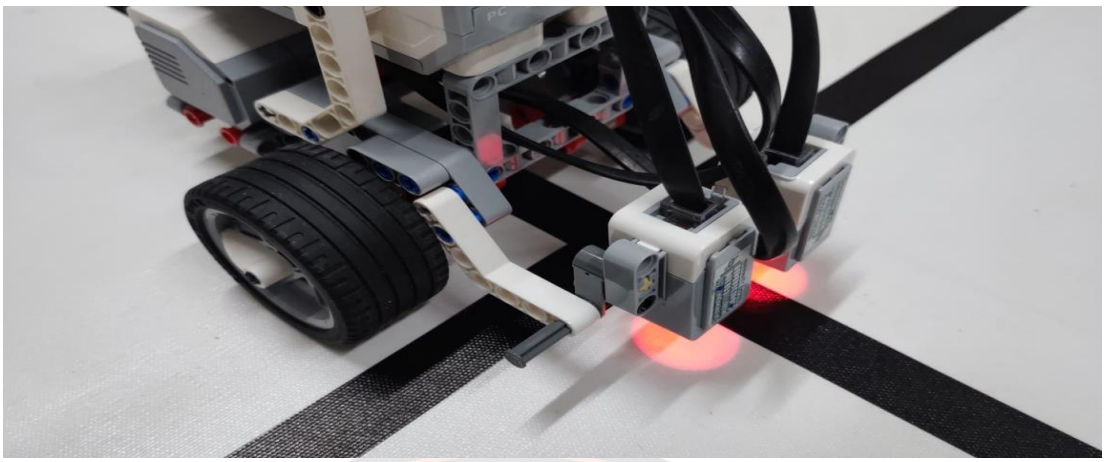
เชื่อมต่อ พอร์ต 1 และ 4 โดยเซ็นเซอร์แสงด้านซ้ายเชื่อมต่อกับพอร์ตหมายเลข 1 และเซ็นเซอร์ แสงด้านขวาเชื่อมต่อกับพอร์ตหมายเลข 4



หลังจากเชื่อมต่อเสร็จแล้วให้ทำการเขียนโปรแกรมตามรูปภาพดังต่อไปนี้ ในกล่องเครื่องมือควบคุม ด้วยการวนซ้ำใช้ เป็น Reflect Light Intensity



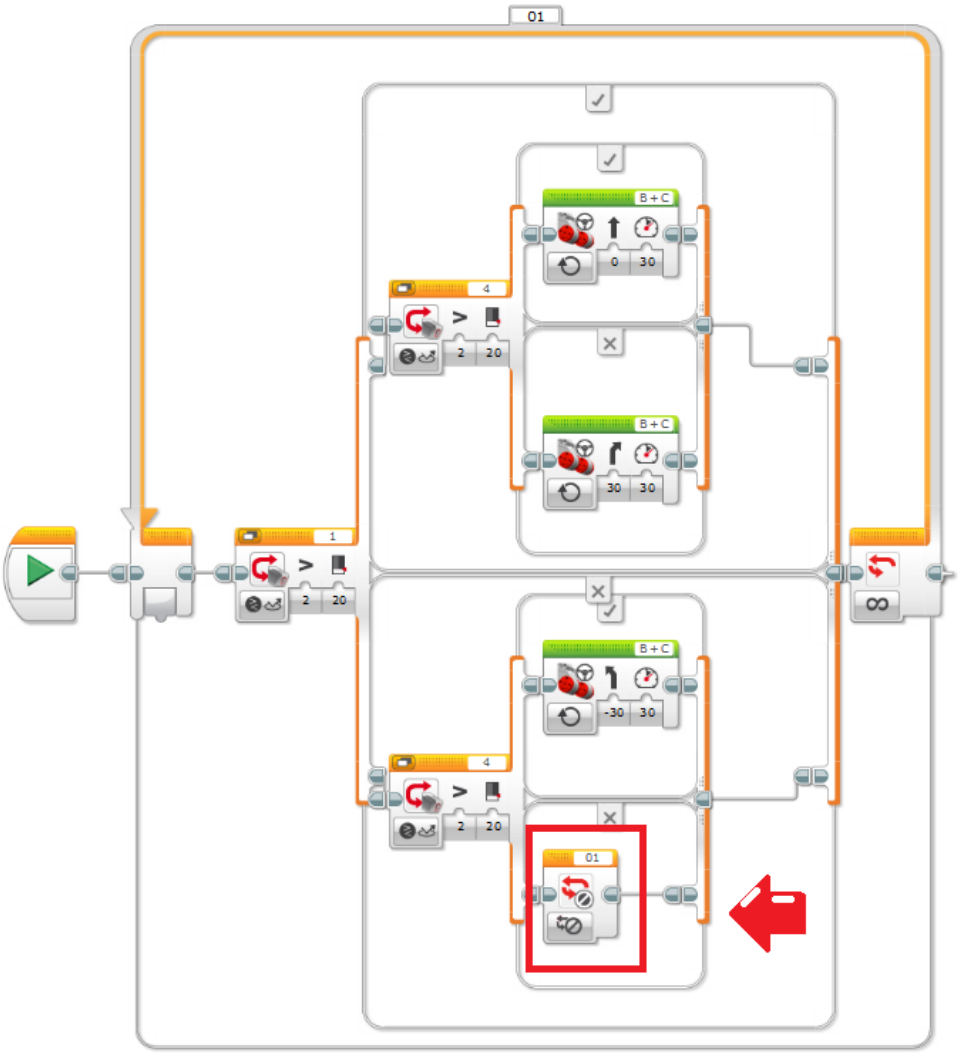
จากนั้นลองทดสอบ โปรแกรมโดยการวางหุ่นยนต์ลงบนเส้นสีดำที่เตรียมไว้ให้ จะพบว่าหุ่นยนต์ สามารถเดินตามเส้นได้



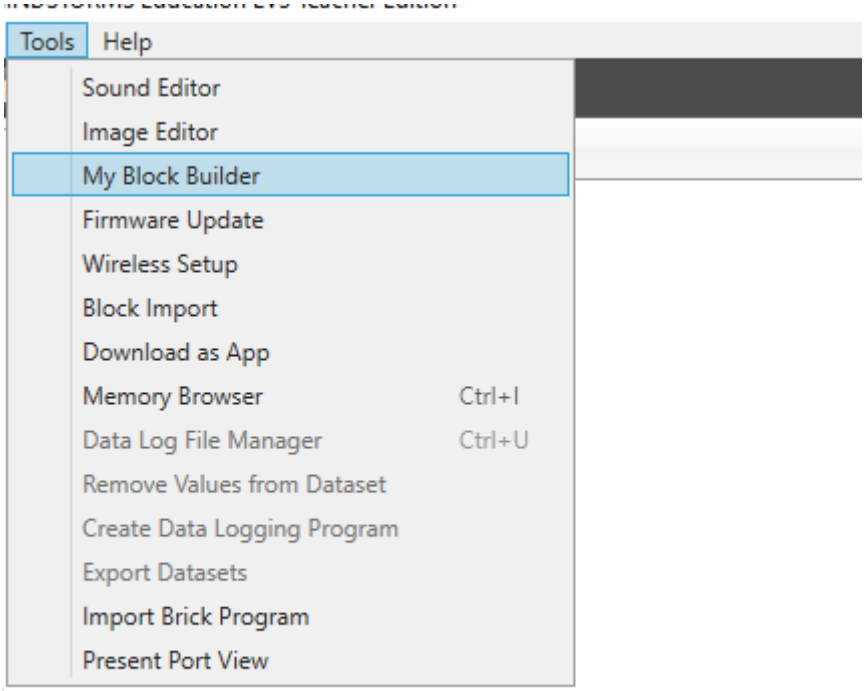
การเดินตามเส้นตัดของหุ่นยนต์

เส้นตัด เป็นตัวช่วยในการนำร่องของหุ่นยนต์ ใช้ระบุตำแหน่งว่า หุ่นยนต์นั้นอยู่ส่วนไหนในสนามแข่ง และใช้การนับเส้นตัดเป็นการวางแผนการเขียนคำสั่ง เพื่อทำภารกิจ จากตัวอย่างจะเป็นการนับเส้นตัดของหุ่นยนต์

การเขียนคำสั่งในการเดินตามเส้น จะเขียนให้หุ่นยนต์ ใช้เซนเซอร์แสงนำทาง 2 ตัว เหมือนกับตัวอย่างด้านบน แต่ สิ่งที่แตกต่างคือ ในเงื่อนไขที่ เซนเซอร์ แสง ทั้งซ้าย และขวา เป็นสีดำ (เงื่อนไขสุดท้ายที่ตาซ้ายและตาขวา เป็นเส้นดำ) ให้นักเรียนเปลี่ยนจากคำสั่งให้หยุดการทำงานของล้อ ให้กลายเป็น คำสั่ง จบการทำงานของวงจรทำซ้ำ (End loop)



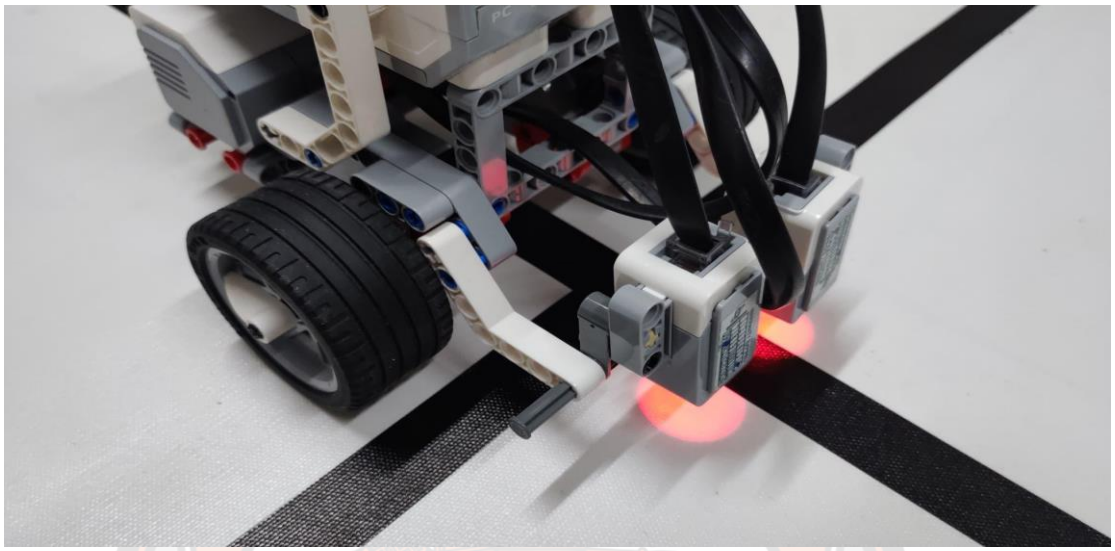
ใส่วงจรด้านล่างลงไปแทน จากนั้นให้ทำการ บันทึก เป็นโปรแกรมย่อย โดยใช้คำสั่ง Tools ⟶ My block Builder



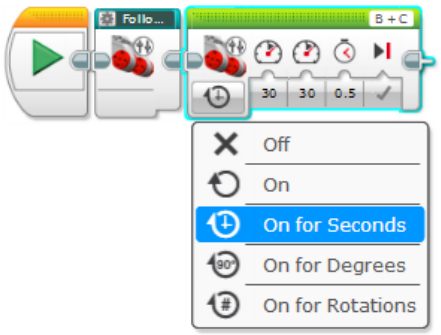
ทำการบันทึกไฟล์ เป็นโปรแกรมย่อย โดยตั้งชื่อ สั้น ๆ (อาจชื่อ Follow Line) โปรแกรมจะถูกย่อส่วนให้สั้นลง เพื่อไม่ให้เกะกะสายตาในเวลาเขียนโปรแกรม และลดมุมมองที่ซับซ้อนต่อการแก้ไข

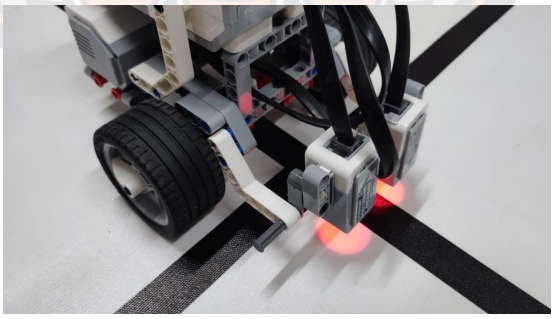
จากนั้นลองทดสอบให้หุ่นยนต์วิ่งตามเส้น และสังเกตผลลัพธ์

สังเกตได้ว่า หุ่นยนต์จะเดินตามเส้นจนกว่าจะเจอ เส้นสีดำ ฝั่งซ้ายและขวา หุ่นยนต์จะหยุดทำงาน



จากนั้นให้นำ บล๊อก เดินหน้า แล้วตั้งให้เป็นการกำหนดเวลา 0.5 วินาที เพื่อเดินข้ามเส้นดำ หลังจากนั้น นำ My Block Builder มาวางอีกครั้ง จะเป็นการข้ามจุดตัด และเดินหน้าต่อไป

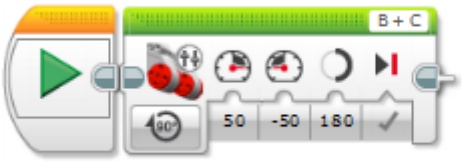


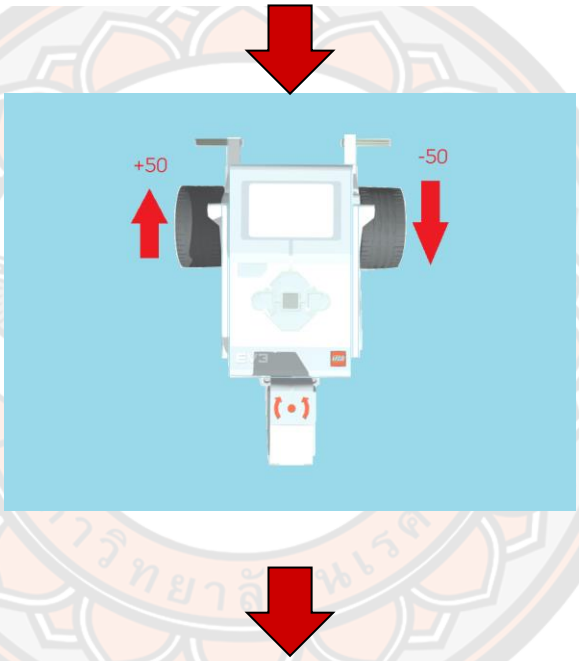


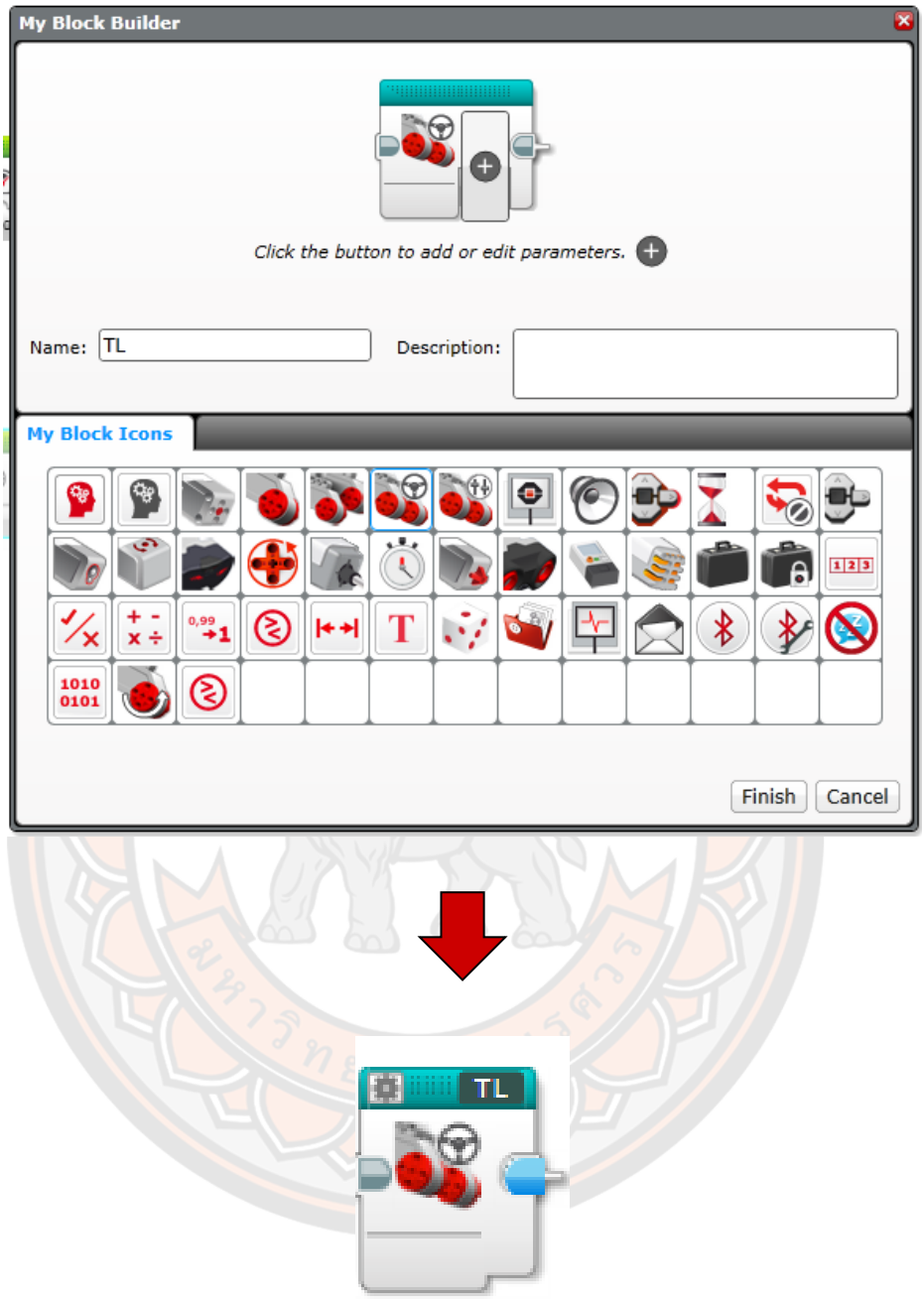
หุ่นยนต์จะเดินต่อจนกว่าจะเจอเส้นตัดที่สอง และหยุดทำงานลง

<u>การนำร่องโดยการกำหนด สเต็ปการเดิน การวางแผนออกแบบโปรแกรม</u>

ในการสั่งการให้เดิน จะสามารถ ย่อยโปรแกรม โดย เขียนคำสั่ง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา

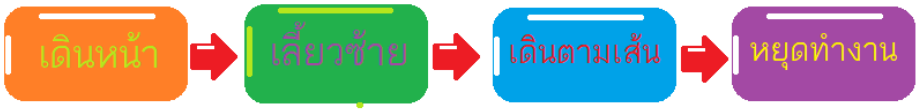




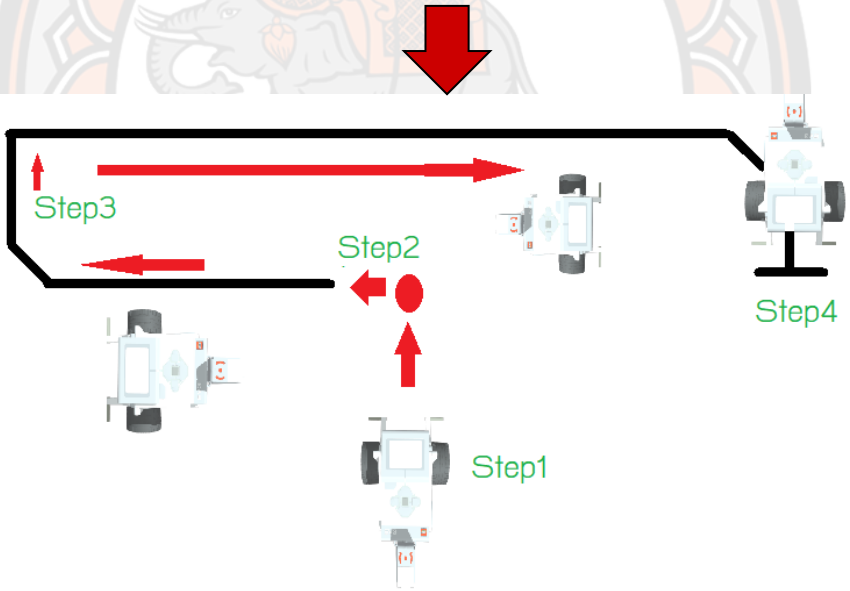


จากนั้นให้ทำคำสั่งในลักษณะเดียวกัน เช่น เลี้ยวซ้าย เดินตรงข้ามเส้น เดินถอยหลัง ฯลฯ

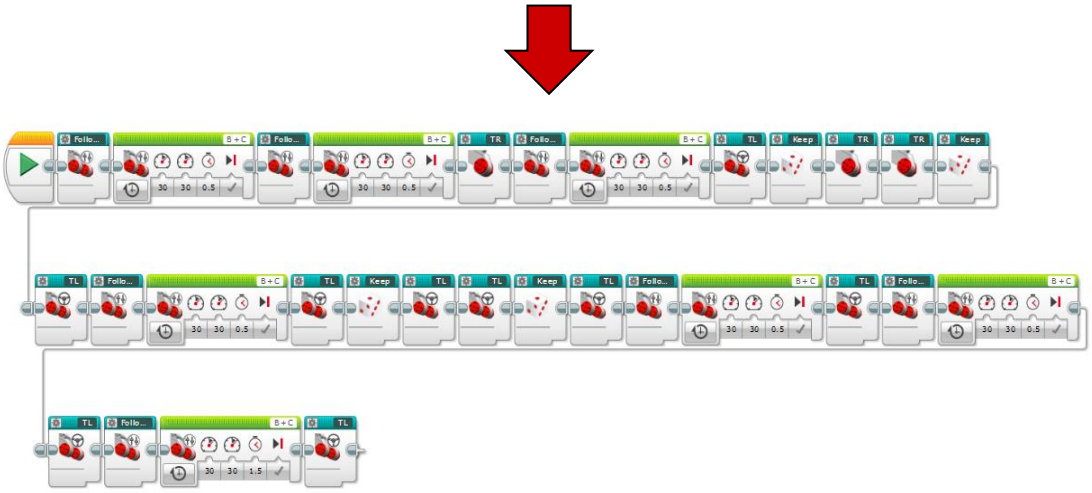
เมื่อได้ Block ที่ต้องการ ทั้งหมด ก็สามารถวางสเต็ปการเขียนชุดคำสั่งได้ไม่ยุ่งยากนัก เช่นการวางแผนการเดินด้านล่าง



จากการเขียนแผนภาพ ซึ่งสามารถเขียนลงในกระดาษได้ และทำความเข้าใจได้ง่าย จากนั้นแปลงมาเป็นคำสั่ง เดินของหุ่นยนต์ โดยการแปลงจาก ภาพเขียนเป็น Code ที่ต้องการ



เมื่อแปลงจากภาษาเขียนเพื่อความเข้าใจง่าย แล้วแปลงออกมาเป็นคำสั่ง จะพบว่าสามารถเขียนลำดับคำสั่งได้ง่ายกว่า การไม่วางแผนเลย



ภาคผนวก ญ แบบประเมินโครงงานหุ่นยนต์ด้วยเกณฑ์รูบริคส์

แบบประเมินโครงงานสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการประเมินโครงงาน

ผู้วิจัยทำวิจัยเรื่อง (ภาษาไทย) การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

(ภาษาอังกฤษ) DEVELOPING A LEARNING MODEL USING ROBOTIC PROJECTS TO DEVELOP COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR MATTHAYOMSUKSA STUDENT

โดย นาย ศริทธิ์ พร้อมเทพ

สาขาวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. รุจโรจน์ แก้วอุไร

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.ภาสกร เรืองรอง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์
2. ทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยการใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้

2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณทางการเรียนก่อนและหลังเรียนจากการใช้รูปกบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อศึกษาระดับของทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน

2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการโดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับข้อมูลและความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ของท่านต่องานวิจัยชิ้นนี้

การประเมินโครงงานด้วยเกณฑ์รูบริคส์

1. ด้านการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm)

สามารถนำผังงานมาเขียนขั้นตอนวิธีและเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถ นำปัญหามาแจกแจง วางแผน และเขียน ผังงานได้ถูกต้อง โดยที่อาจารย์ไม่ ต้องแนะนำ ภายในเวลาที่ กำหนด	สามารถ นำปัญหา มาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงาน ได้ถูกต้อง 80% โดยที่ อาจารย์ไม่ต้องแนะนำ แต่ไม่ทันในเวลาที่กำหนด	สามารถ นำปัญหา มา แจกแจง วางแผน และ เขียนผังงานได้ถูกต้อง 60% โดย อาจารย์ให้ คำปรึกษาเมื่อเกิด ปัญหา	สามารถ นำปัญหามาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ 40% อาจารย์ต้องให้คำปรึกษาชี้แนะจนงานเสร็จ โดยใช้เวลา ระบุเวลา	ไม่สามารถ นำปัญหา มา แจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ อาจารย์ให้คำแนะนำแล้ว ไม่สามารดำเนินการได้

2. ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)

สามารถ มองภาพรวมของปัญหาและสามารถเขียนอธิบายการทำงานได้อย่างเข้าใจ

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถ นำปัญหามาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ถูกต้อง โดยที่อาจารย์ไม่ต้องแนะนำ ภายในเวลาที่กำหนด	สามารถ นำปัญหา มาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ถูกต้อง โดยที่อาจารย์ไม่ต้องแนะนำ	สามารถ นำปัญหา มาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ถูกต้อง โดย อาจารย์ให้คำปรึกษาเมื่อ เกิดปัญหา หรือต้องการความช่วยเหลือ	สามารถ นำปัญหามาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ถูกต้อง อาจารย์ต้องให้คำปรึกษาชี้แนะจนงานเสร็จ	สามารถ นำปัญหามาแจกแจง วางแผน และเขียนผังงานได้ อาจารย์ต้องชี้แนะแนวทางคำตอบอย่างไกล้ชิด

3. ด้านการเขียนคำสั่งวนซ้ำ (Iteration)

สามารถเขียนโปรแกรมวนซ้ำภายไต้ตรรกะเงื่อนไขที่กำหนดและทำให้หุ่นยนต์เดินตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ตัวอย่างได้อย่างสมบูรณ์

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถเขียนโปรแกรมวนซ้ำภายไต้ตรรกะเงื่อนไขที่กำหนดและทำให้หุ่นยนต์เดินตามเงื่อนไขได้อย่างถูกต้อง โดยสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ตัวอย่างได้อย่างสมบูรณ์	สามารถเขียนคำสั่งวนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายที่มา และ ปรับปรุง (1) จุดประสงค์ได้ สามารถเขียนคำสั่งวนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายที่มา และจุดประสงค์ได้ มีความผิดพลาดด้านการเดินของหุ่นยนต์น้อยกว่า 2 ครั้ง	สามารถเขียนคำสั่งวนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายที่มาและจุดประสงค์ได้ มีความผิดพลาดด้านการเดินของหุ่นยนต์มากกว่า 2 ครั้ง	สามารถเขียนคำสั่งวนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายที่มาและจุดประสงค์ได้ มีความผิดพลาดด้านการเดินของหุ่นยนต์มากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป โดยอาจารย์ต้องให้คำปรึกษาบางส่วน	สามารถเขียนคำสั่งวนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถอธิบายที่มาและจุดประสงค์ได้ มีความผิดพลาดด้านการเดินของหุ่นยนต์มากกว่า 5 ครั้งขึ้นไป โดยอาจารย์ต้องคอยให้คำปรึกษาอย่างไกล้ชิด

4. ด้านข้อมูลนำเข้า (Data)

สามารถใช้ประโยชน์จากการรับเข้าข้อมูลด้วยเซนซอร์การสัมผัส เซนเซอร์แสง เซนเซอร์ระยะทาง และ เซนเซอร์ทิศทางโดยการกำหนดองศาได้ สามารถอธิบายการทำงานของการรับเข้าและการสั่งการข้อมูลทุกชนิดได้อย่างถูกต้อง

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถนำความรู้ด้านการรับข้อมูลเข้า จากอุปกรณ์เซนเซอร์ มาประกอบโครงงานหุ่นยนต์ได้ด้วยตนเอง	สามารถนำความรู้ด้านการรับข้อมูลเข้า จากอุปกรณ์เซนเซอร์ มาประกอบโครงงานหุ่นยนต์ได้โดยอาจารย์ให้คำปรึกษาเพียงเล็กน้อย	สามารถนำความรู้ด้านการรับข้อมูลเข้า จากอุปกรณ์เซนเซอร์ มาประกอบโครงงานหุ่นยนต์ได้โดยอาจารย์ให้คำปรึกษาเมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาหรือต้องการความช่วยเหลือระหว่างการทำโครงงาน	สามารถนำความรู้ด้านการรับข้อมูลเข้า จากอุปกรณ์เซนเซอร์ มาประกอบโครงงานหุ่นยนต์ได้โดยอาจารย์ให้คำปรึกษาจนกว่างานจะเสร็จ	สามารถนำความรู้ด้านการรับข้อมูลเข้า จากอุปกรณ์เซนเซอร์ มาประกอบโครงงานหุ่นยนต์ได้แต่เกิดข้อผิดพลาดโดยอาจารย์ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดจนกว่างานจะเสร็จ

5. ด้านการคิดเชิงระบบ(System)

สามารถมองภาพรวมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ได้และออกแบบกลไกต่าง ๆ เบื้องต้นทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ได้อย่างถูกต้อง

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถประกอบหุ่นยนต์ จำแนกรายละเอียดหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบการเคลื่อนที่ ระบบการหยิบจับ การออกแบบการวางของแบตเตอรี่ และประกอบได้อย่างถูกต้องในเวลาที่กำหนด	สามารถประกอบหุ่นยนต์ จำแนกรายละเอียดหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบการเคลื่อนที่ ระบบการหยิบจับ การออกแบบการวางของแบตเตอรี่ และประกอบได้อย่างถูกต้อง	สามารถประกอบหุ่นยนต์ จำแนกรายละเอียดหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบการเคลื่อนที่ ระบบการหยิบจับ การออกแบบการวางของแบตเตอรี่ และประกอบได้โดยอาจารย์ต้องชี้แนะเมื่อเกิดข้อสงสัย	สามารถประกอบหุ่นยนต์ จำแนกรายละเอียดหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบการเคลื่อนที่ ระบบการหยิบจับ การออกแบบการวางของแบตเตอรี่ และประกอบได้ชิ้นส่วนอาจมีการต่อผิดบ้าง และอาจารย์ต้องชี้แนะเมื่อเกิดข้อสงสัย	สามารถประกอบหุ่นยนต์ จำแนกรายละเอียดหน้าที่ของส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบการเคลื่อนที่ ระบบการหยิบจับ การออกแบบการวางของแบตเตอรี่ และประกอบได้ มีข้อผิดพลาดในแต่ละส่วนเกิดขึ้น อาจารย์ต้องช่วยอธิบายชี้แนะอย่างใกล้ชิด

6. การจัดการปัญหา (Problem solving)

สามารถตรวจสอบปัญหาได้ทุกกรณีทั้งด้าน ซอฟต์แวร์ , ฮาร์ดแวร์ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกจุดตามกรณีปัญหาที่เกิดขึ้น

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถ ซ่อมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เกิดปัญหาได้ และสามารถแก้ไขโปรแกรม ในกรณีเกิดข้อผิดพลาดได้ และ อธิบายถึงจุดที่เป็นต้นเหตุของปัญหาด้านชิ้นส่วน และ ซอฟต์แวร์ได้	สามารถ ซ่อมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เกิดปัญหาได้ และสามารถแก้ไขโปรแกรม ในกรณีเกิดข้อผิดพลาดได้ สามารถ อธิบายถึงจุดที่เป็นต้นเหตุของปัญหาด้านชิ้นส่วน และ ซอฟต์แวร์ได้ โดยเมื่อเกิดข้อสงสัยจะขอความช่วยเหลือจากอาจารย์	สามารถ ซ่อมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เกิดปัญหาได้ และสามารถแก้ไขโปรแกรมในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาด การอธิบายถึงต้นเหตุอาจต้องถามอาจารย์ผู้สอน เพื่อชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้น	สามารถ ซ่อมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เกิดปัญหาได้ และสามารถแก้ไขโปรแกรมในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาด การอธิบายถึงต้นเหตุ มีการถามบ่อยครั้ง เพื่อให้อาจารย์ชี้แนะ และอาจารย์ช่วยกระตุ้นเพื่อวิเคราะห์ปัญหาตามจุดที่สงสัย	สามารถ ซ่อมชิ้นส่วนหุ่นยนต์ที่เกิดปัญหาได้ และสามารถแก้ไขโปรแกรมในกรณีที่เกิดข้อผิดพลาด ต้องให้อาจารย์ผู้สอน คอยชี้แนะให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด อาจารย์ผู้สอนต้องกระตุ้นให้เกิดการคิดตามในประเด็นที่เป็นปัญหา เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตามจุดประสงค์

7. ด้านการตรวจสอบข้อผิดพลาด (Error detection)

สามารถหาข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรม และระบุปัญหาของชิ้นส่วนหุ่นยนต์ได้ถูกต้องและสามารถไล่คำสั่งการทำงานใหม่เมื่อแก้ไขเสร็จและแก้ปัญหาได้ตรงจุด

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถ ค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์และมอเตอร์ได้ พร้อมการตรวจสอบโปรแกรมการทำงาน ทดสอบการอ่านค่า Input / Output พร้อมตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง สามารถนำเสนอวิธีแก้ปัญหาหาได้อย่างเป็นขั้นตอน	สามารถ ค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์และมอเตอร์ได้ พร้อมการตรวจสอบโปรแกรมการทำงาน ทดสอบการอ่านค่า Input / Output พร้อมตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง	สามารถ ค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์และมอเตอร์ได้ พร้อมการตรวจสอบโปรแกรมการทำงาน ทดสอบการอ่านค่า Input / Output พร้อมตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง โดยอาจารย์ต้องให้คำแนะนำ บางกรณีที่เกิดคำถาม	สามารถ ค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์และมอเตอร์ได้ บางจุด พร้อมการตรวจสอบโปรแกรมการทำงาน ทดสอบการอ่านค่า Input / Output พร้อมตรวจสอบได้อย่างถูกต้อง โดยอาจารย์ต้อง คอยให้คำแนะนำอยู่บ่อยครั้ง	สามารถ ค้นหาข้อผิดพลาดของการทำงานเซนเซอร์และมอเตอร์ได้ บางจุด พร้อมการตรวจสอบโปรแกรมการทำงาน ทดสอบการอ่านค่า Input / Output ยังต้องให้คำแนะนำเพิ่มเติม มีการดำเนินการตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ต้องใช้เวลาคิด โดยอาจารย์ ต้องให้คำแนะนำอย่างไกล้ชิด

8. ด้านการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design)

มีความรู้ทางด้านกลศาสตร์โครงสร้างการออกแบบแรงการยก อัตราทดเฟืองและการประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ และสามารถสร้างกลไกอย่างง่ายในการทำงานของหุ่นยนต์ได้

ดีเยี่ยม (5)	ดีมาก (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง(1)
สามารถการออกแบบเชิงวิศวกรรม การต่อโครงสร้างที่มีความสมมาตรในการประกอบชิ้นส่วน จุดรับแรง ที่มีความแข็งแรง สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดที่กำหนด สามารถประกอบทดเฟือง และ อธิบายเรื่องอัตราการทดเฟืองได้ ออกแบบหุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่แบบล้อและแบบมีขาได้ภายใต้เวลาที่กำหนด	สามารถออกแบบเชิงวิศวกรรม การต่อโครงสร้างที่มีความสมมาตรในการประกอบชิ้นส่วน จุดรับแรงที่มีความแข็งแรง สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดที่กำหนด สามารถประกอบทดเฟืองได้ ออกแบบหุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนที่แบบล้อและแบบมีขาได้	สามารถการออกแบบเชิงวิศวกรรม การต่อโครงสร้างที่มีความสมมาตรในการประกอบชิ้นส่วน จุดรับแรง ที่มีความแข็งแรง สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดที่กำหนด เข้าใจการทดเฟือง อาจารย์ต้องอธิบายเพิ่มเติมในบางส่วน สามารถประกอบหุ่นยนต์ตามคำแนะนำของอาจารย์ได้ตามวัตถุประสงค์ ภายใต้คำแนะนำของอาจารย์เป็นระยะ	สามารถออกแบบเชิงวิศวกรรม การต่อโครงสร้างที่ยังขาดความสมมาตรการประกอบชิ้นส่วน จุดรับแรงที่มีความแข็งแรงพอใช้ได้ แต่อาจารย์ต้องชี้แนะเพิ่มเติมด้านการประกอบ สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดที่กำหนด แต่มีการแก้ไขหลายครั้ง สามารถประกอบหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ด้วยล้อและ ขาดกลได้ ตามคำแนะนำ ของอาจารย์	สามารถออกแบบเชิงวิศวกรรม การต่อโครงสร้าง ที่ยังขาดความสมมาตรการประกอบชิ้นส่วน จุดรับแรงที่มีความแข็งแรง แต่เกิดปัญหาในการเลือกใช้ชิ้นส่วนที่เหมาะสม โดยอาจารย์ต้องชี้แนะเพิ่มเติมด้านการประกอบ และการใช้ชิ้นส่วน สามารถประกอบชิ้นส่วนที่มีขนาดที่กำหนด แต่มีการแก้ไขหลายครั้ง สามารถประกอบหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ด้วยล้อและ ขาดกลได้ โดยอาจารย์ต้องควบคุมดูแลอย่างไกล้ชิด

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1	การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm design) 1 ด้านการเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm) สามารถอธิบายขั้นตอนวิธีและแสดงขั้นตอนการทำงานได้อย่างถูกต้อง				
2	การคิดเชิงนามธรรม(Abstraction) 2 ด้านการคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) สามารถ มองภาพรวมของปัญหาและสามารถเขียนอธิบายการทำงานได้อย่างเข้าใจ				
3	การเขียนคำสั่งวนซ้ำ(Iteration) 3 ด้านการเขียนคำสั่งวนซ้ำ (Iteration) มีความเข้าใจในการทำงานและทิศทางของการทำงานมีความเข้าใจด้านตรรกะเงื่อนไขและสามารถเขียนคำสั่งโอนซ้ำได้อย่างถูกต้อง สามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ตัวอย่างได้อย่างสมบูรณ์				
4	ข้อมูล(Data) มีความรู้ความเข้าใจด้านข้อมูลการรับเข้าข้อมูลด้วยการสัมผัสแสง ระยะทาง และการจัดทิศทางไปองศาสามารถอธิบายการทำงานของการรับเข้าและการสั่งการข้อมูลทุกชนิดได้อย่างเข้าใจ				
5	การคิดเชิงระบบ (System) 5 ด้านการคิดเชิงระบบ(System) สามารถมองภาพรวมการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์ได้และออกแบบกลไกต่าง ๆ เบื้องต้นทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ได้อย่างถูกต้อง				
6	การจัดการปัญหา(Problem Solving) สามารถตรวจสอบปัญหาได้ทุกกรณีอย่างเข้าใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกจุดตามกรณีปัญหาที่เกิดขึ้น				

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
7	การตรวจสอบข้อผิดพลาด (error detection) สามารถหาข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมได้ถูกต้องและสามารถไล่คำสั่งการทำงานใหม่เมื่อแก้ไขเสร็จและแก้ปัญหาได้ตรงจุด				
8	การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design) มีความรู้ทางด้านกลศาสตร์โครงสร้างการออกแบบแรงการยกอัตราทดเฟืองและการประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนที่มีความสำคัญ และสามารถสร้างกลไกอย่างง่ายในการทำงานของหุ่นยนต์ได้				

ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															ค่าเฉลี่ย	ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1			คนที่ 2			คนที่ 3			คนที่ 4			คนที่ 5				
		-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1		
1	การเขียนขั้นตอนวิธี (Algorithm design)			√			√			√			√		√		0.8	มีขั้นตอนที่เยอะจนเกินไปต้องปรับให้น้อยลง
2	การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction)			√			√			√			√			√	1	
3	การเขียนคำสั่งวนซ้ำ(Iteration)			√			√			√			√			√	1	
4	ข้อมูล(Data)			√			√			√			√			√	1	
5	การคิดเชิงระบบ (System)			√			√			√			√			√	1	
6	การจัดการปัญหา (Problem			√			√		√				√			√	0.8	ควรปรับให้ง่ายขึ้น

ลำดับที่	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ															ค่าเฉลี่ย	ข้อเสนอแนะ
		คนที่ 1			คนที่ 2			คนที่ 3			คนที่ 4			คนที่ 5				
		-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1	-1	0	+1		
	Solving)																	เพราะอาจใช้เวลานานเพื่อ หาคำตอบ
7	การตรวจสอบข้อผิดพลาด (error detection)		√				√		√				√			√	0.8	ควรระบุให้ง่ายขึ้นเนื่องจากข้อผิดพลาดบางจุดหายาก
8	การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design)			√			√			√			√			√	1	

ค่าดัชนีความสอดคล้องความเห็นของผู้เชี่ยวชาญรวมทั้งฉบับเท่ากับ 0.92

เกณฑ์ประเมินความสอดคล้อง

คะแนน 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง ไม่มีความสอดคล้อง

หากดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าสอดคล้อง ไม่ต้องปรับปรุงแก้ไข และ ถ้าหาก ค่าดัชนีความสอดคล้องไม่ถึง 0.50 ถือว่าต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

การประเมินชิ้นงานที่ให้ทำระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

จุดประสงค์ที่ตั้งไว้ 80% ทุกข้อดังตารางด้านล่าง

ชิ้นงาน	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม	%
กลุ่มที่										
1	5	5	5	4	5	5	5	4	38	95
2	4	5	5	5	5	5	5	5	39	97.5
3	5	4	4	4	5	5	5	5	37	92.5
4	4	4	4	5	4	4	5	5	35	87.5
5	5	5	4	4	5	4	5	4	36	90
6	5	4	4	4	4	4	5	4	34	85
7	5	4	5	5	5	5	5	5	39	97.5
8	4	5	5	4	5	4	3	3	33	82.5
9	4	5	5	5	5	4	5	5	38	95
10	5	4	5	4	5	4	5	5	37	92.5
รวม										91.5

จากตาราง แสดงค่าคะแนนการประเมินชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละกลุ่มโดยนำคะแนนจากการประเมินงานให้นักเรียนทำระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แต่ละหน่วยมีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 91.5%

ภาคผนวก ฎ ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ตาราง 9 ผลการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้ทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายไว้ดังนี้

ข้อสอบข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ผลรวม	IOC	แปลผล	ทักษะที่วัด	
1	1	0	1	1	0	3	0.60	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
2	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	-
3	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	การคิดเชิงนามธรรม
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	การคิดเชิงนามธรรม
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
7	1	0	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	การคิดเชิงนามธรรม
9	0	1	1	1	1	4	0.80	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	-
10	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	ขั้นตอนวิธี
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	ขั้นตอนวิธี
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	ขั้นตอนวิธี
13	1	1	1	1	0	4	0.80	ใช้ได้	การคิดเชิงนามธรรม	ขั้นตอนวิธี
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	ขั้นตอนวิธี
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	การคิดเชิง

ข้อสอบข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	ผลรวม	IOC	แปลผล	ทักษะที่วัด	
										นามธรรม
										การคิดเชิง
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
19	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
										การคิดเชิง
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
22	1	1	1	1	0	4	0.8	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
										การคิดเชิง
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
									การคิดเชิง	
27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	นามธรรม	ขั้นตอนวิธี
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	แตกปัญหา	การหารูปแบบ
										การคิดเชิง
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม
										การคิดเชิง
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้	การหารูปแบบ	นามธรรม

ภาคผนวก ฏ ข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน

วิทยาการคำนวณ ม.4

ข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียน ปีการศึกษา 2565

รายวิชา วิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำสั่งและคำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ โดยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวโดยฉีกกระดาษคำตอบจากด้านหลังตัวข้อสอบ
3. ให้นักเรียนดึงกระดาษคำตอบจากด้านหลังเพื่อความสะดวกในการตอบคำถาม
4. **หากพบพฤติกรรมส่อทุจริต ถือเป็นความผิดร้ายแรงนักเรียนจะถูกลงโทษทางวินัยจนถึงที่สุดและการสอบของนักเรียนครั้งนี้มีคะแนนเป็นศูนย์และไม่ให้ดำเนินการสอบซ่อม**

<u>จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยการฝนลงในกระดาษคำตอบด้านหลังข้อสอบ</u>

ข้อที่ 1.

ข้อใดคือส่วนประกอบ ที่มีลักษณะคล้าย
มอเตอร์ ที่มีหน้าที่เดียวกับในภาพ

A.

กล่องควบคุม (EV3 Brick)

B

มอเตอร์ขนาดเล็ก (EV3 Motor)

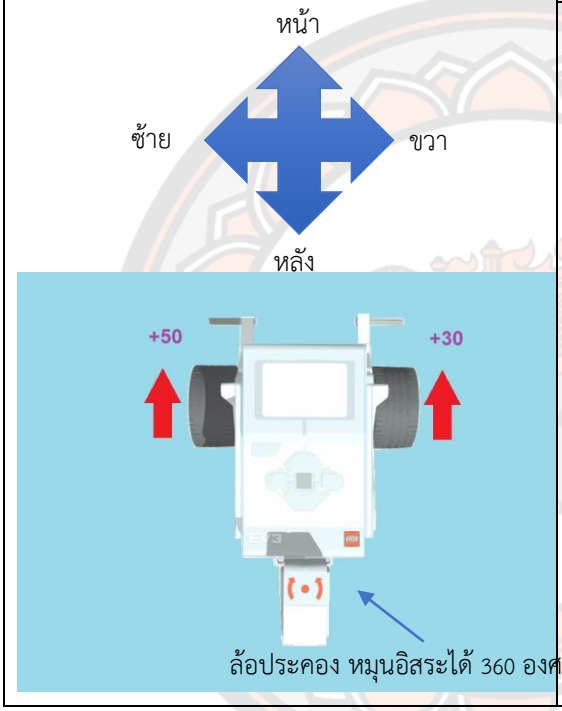
C.

เซนเซอร์ วัดแสง(Color Sensor)

D.

เซนเซอร์ระยะทาง(Ultrasonic Sensor)

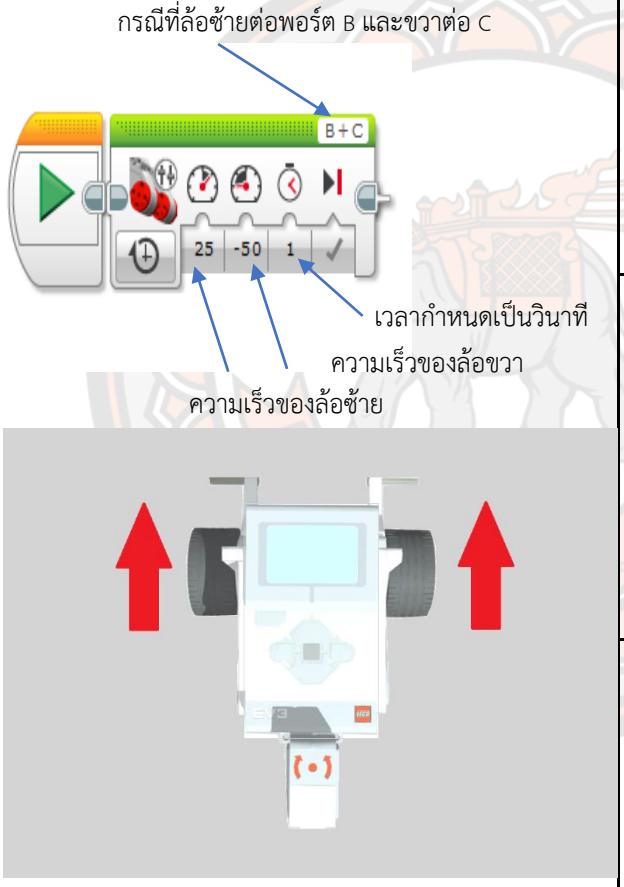
ข้อที่ 2.

<table>
<tr>
<td rowspan="4">จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด ตามทิศทาง ลูกศร
 
</td>
<td>A. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า</td>
</tr>
<tr>
<td>B. เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา</td>
</tr>
<tr>
<td>C. เคลื่อนที่ด้านหน้าและเลี้ยวโค้งโค้งไปทางซ้าย</td>
</tr>
<tr>
<td>D. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง</td>
</tr>
</table>

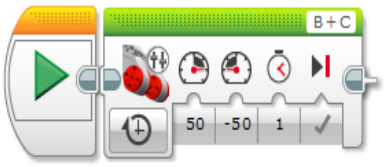
ข้อที่ 3.

จากภาพ หุ่นยนต์ที่มีลักษณะ สามล้อ ควบคุมด้วยความต่างของความเร็วล้อซ้ายและล้อขวา โดยมีล้อเคลื่อนที่อิสระด้านหลัง 1 ล้อ หากต้องการให้หุ่นยนต์เดินตรง ไปข้างหน้า จะมีลักษณะ การกำหนดจากโปรแกรมอย่างไร

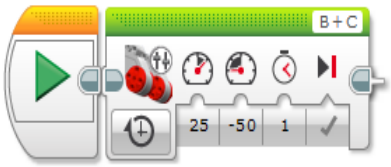
จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน



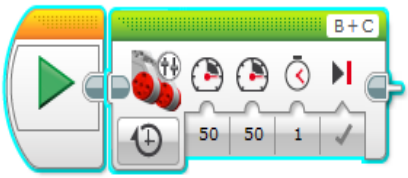
A.



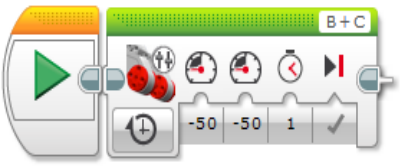
B.



C.

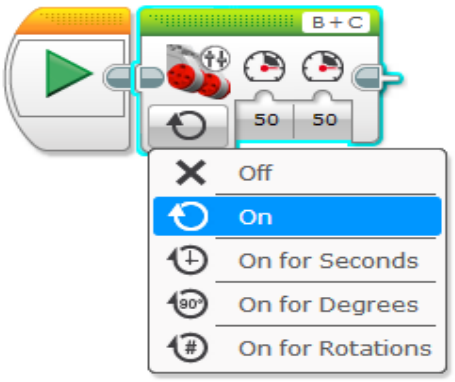


D.



ข้อที่ 4.

จากภาพ แสดงถึงหน้าจอการกำหนดเงื่อนไขของลักษณะการหมุนของมอเตอร์ล้อ



โดยการกำหนดเงื่อนไขการหมุนคือ

Off หมายถึง สั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน

On หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงาน

On for Seconds หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดย กำหนดการทำงานเป็นวินาที เช่น สั่งให้ล้อหมุน 1 วินาที

On for Degree หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดเป็น องศาของการหมุนของล้อ เช่นให้ล้อ หมุนครึ่งรอบ (180 องศา)

On for Rotations หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดการหมุนเป็นรอบของการหมุน เช่น สั่งให้ล้อหมุน 2.5 รอบ หรือสองรอบครึ่ง

ให้นักเรียนพิจารณาว่า การหมุนแบบใดที่มีการกำหนดได้ละเอียดที่สุด

A. **On for Seconds**
เนื่องจาก การกำหนดเวลา สามารถกำหนดได้น้อยกว่าหนึ่งวินาที หรือแม้กระทั่ง เสี้ยววินาทีหรือ 1/1000 วินาที

B. **On for Degree**
เนื่องจาก การกำหนดองศา สามารถกำหนดได้เป็นตัวเลขของศาที่ละเอียดที่สุดได้แม้จะน้อยกว่า 0.01 องศา

C. **On for Rotations**
เนื่องจาก สามารถกำหนดการหมุนเป็นรอบและ ละเอียดกว่าครึ่งรอบล้อ สามารถกำหนดได้ น้อยกว่า 1/1000 รอบ

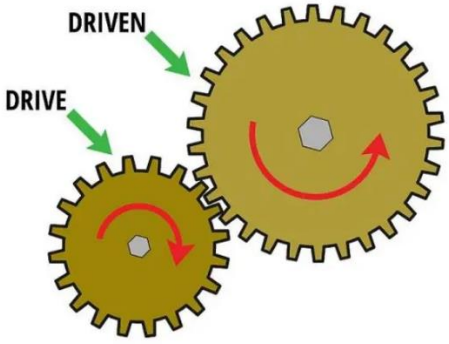
D. ทุกคำสั่งสามารถกำหนดให้ละเอียดได้ตามความถนัดของการเขียนโปรแกรมในแต่ละคน โดยที่ไม่ใช่คำสั่ง On และ Off

ข้อที่ 5.

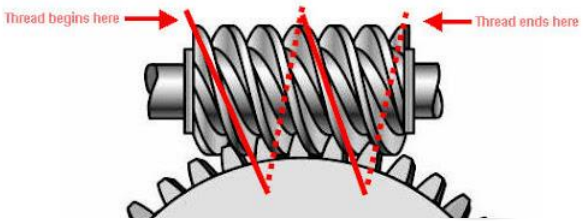
ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของอุปกรณ์มอเตอร์	A. ใช้หมุนเฟืองตัวหนอนเพื่อเพิ่มกำลังในการยก
	B. ใช้หมุนล้อเพื่อเคลื่อนที่
	C. ใช้หมุนฟังเฟืองเพื่อยกแขน
	D. ใช้เป็นอุปกรณ์นำร่องเพื่อให้เดินตามเส้น

ข้อที่ 6.

จากรูปฟันเฟืองต่อไปนี้ ข้อใดให้อัตราทดที่ได้กำลังแรงบิดที่มากที่สุดในการหมุน



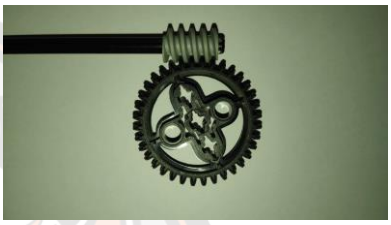
ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

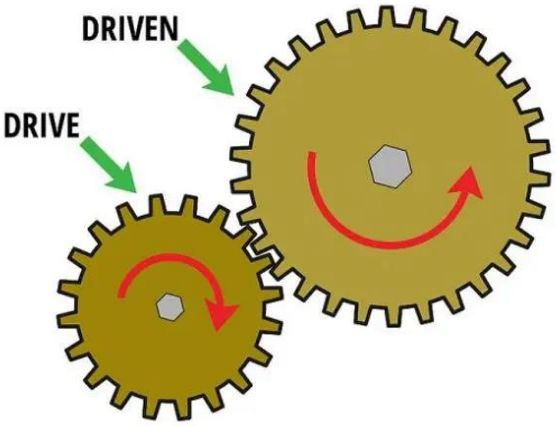
B.



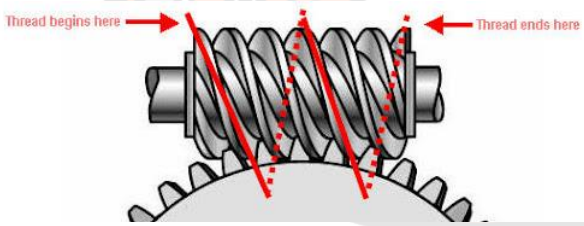
C.

D.

ข้อที่ 7.



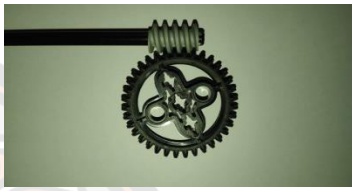
ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

B.

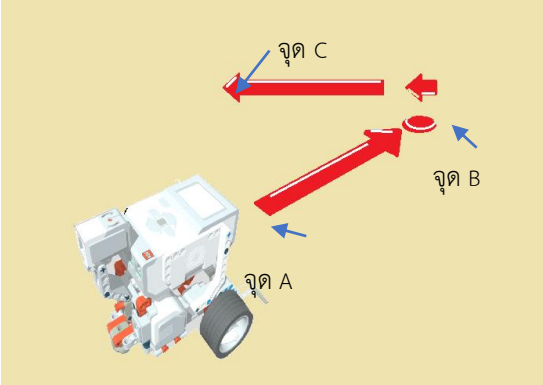


C.

D.

ข้อที่ 8

ภาพต่อไปนี้แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากจุด A จุด B และ จุด C ตามลำดับ จงออกแบบการเขียนโปรแกรมด้วยการเขียนแผนภาพการวางลำดับขั้นตอนการเดินของหุ่นยนต์ดังต่อไปนี้



จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน

1.เริ่มต้นให้หุ่นยนต์ เริ่มเดินจากจุด A

2.สั่งให้หยุดที่จุด B

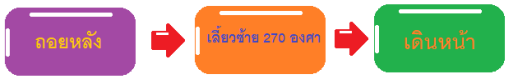
3.สั่งให้หันเบน 90 องศาที่จุด B (270 องศา)

4.สั่งให้เดินไปหยุดที่จุด C

A.

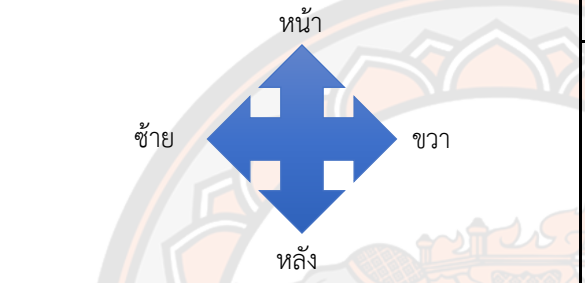
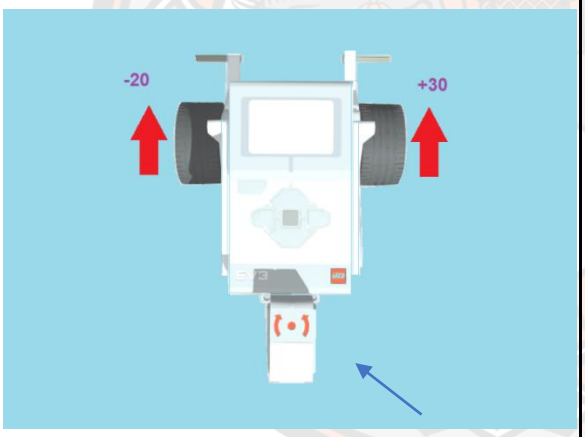
B.

C.



D.

ข้อที่ 9

จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว – 20 มตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใดตามทิศทาง ลูกศร   ล้อประคอง หมุนอิสระได้ 360 องศา	A.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า B.เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา C.หุ่นยนต์จะเลี้ยวหันไปทางซ้ายเป็นวงแคบ D.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง

ข้อที่ 10

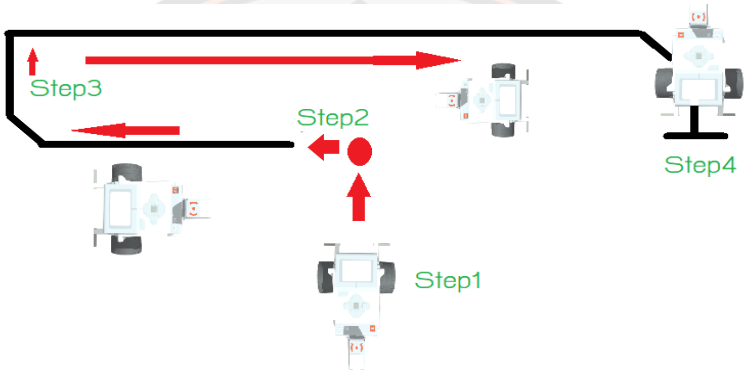
จากภาพต่อไปนี้แสดงการเดินของหุ่นยนต์ จาก Step 1 ไปยัง Step 4

หากนักเรียนสามารถทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้แล้ว จำมีฟังก์ชันเดินตามเส้น นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการเขียนโปรแกรมได้ จะมีวิธีอย่างไร ในการเดินตามลำดับ

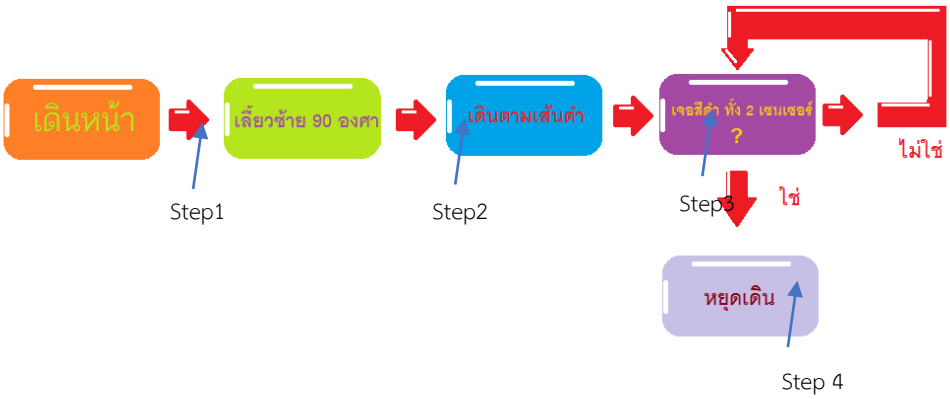
กรณี 1 เมื่อหุ่นยนต์เดินเจอทางเลี้ยว

กรณี 2 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นมุมฉาก

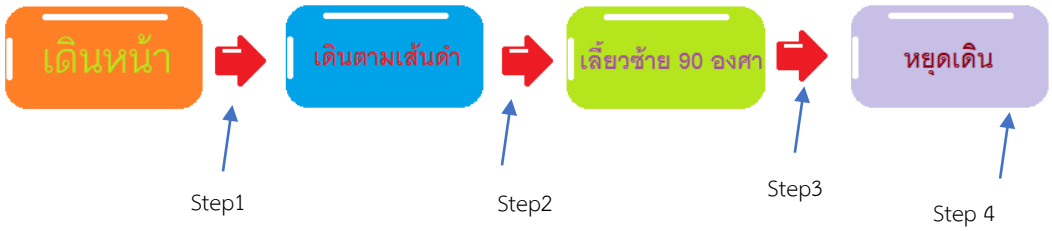
กรณี 3 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นเส้นจุดดำที่เป็นเส้นตัด



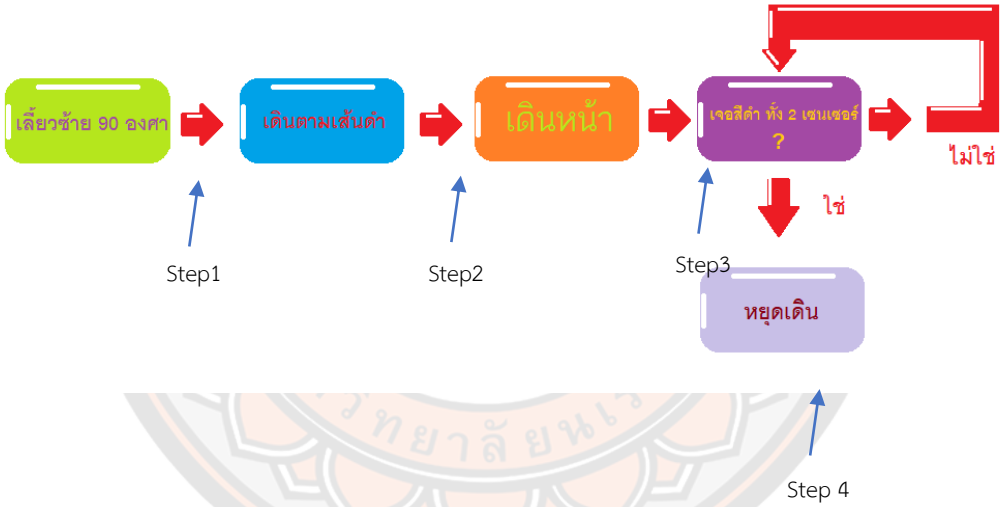
A.



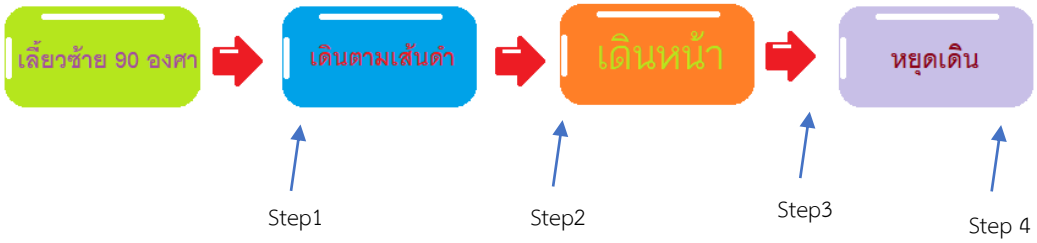
B.


เดินหน้า
เดินตามเส้นดำ
เลี้ยวซ้าย 90 องศา
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

C.

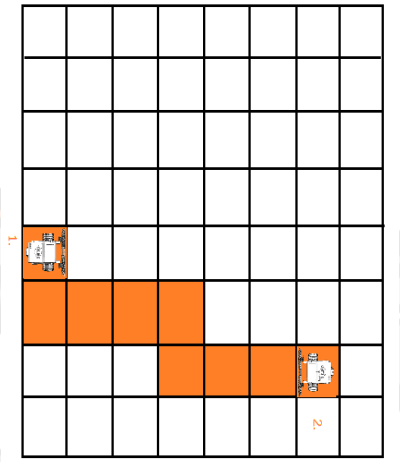

เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
เจอสีดำ ทั้ง 2 เซนเซอร์ ?
ไม่ใช่
ใช่
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

D.

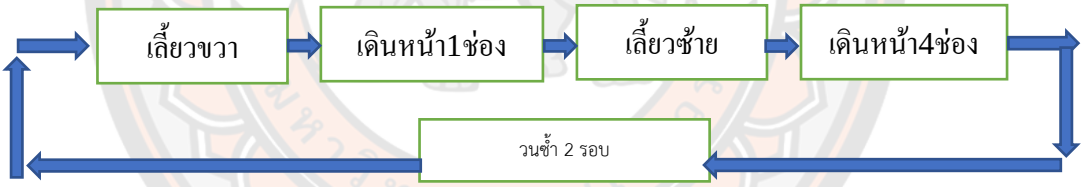

เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

ข้อที่ 11

จากภาพที่แสดงดังต่อไปนี้ ข้อคือการวางลำดับที่ถูกต้องในการเขียนโปรแกรมการเดินในลักษณะตามภาพ

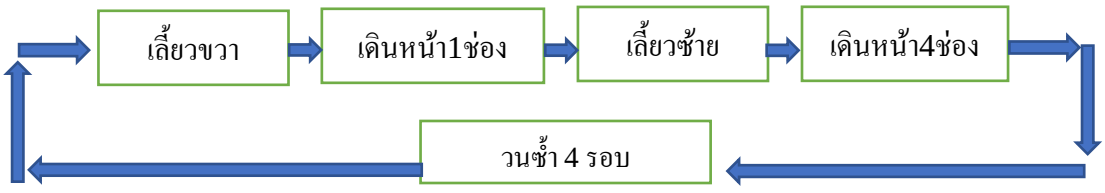


A.

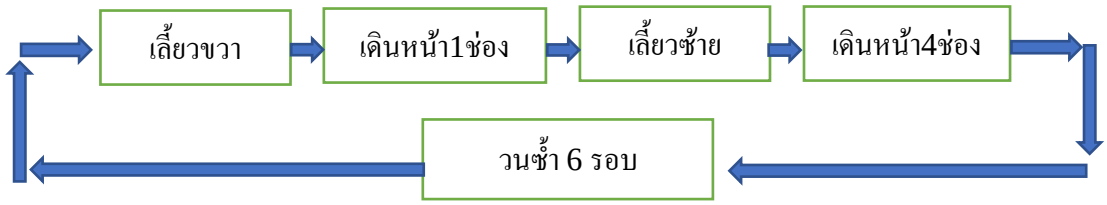


B.

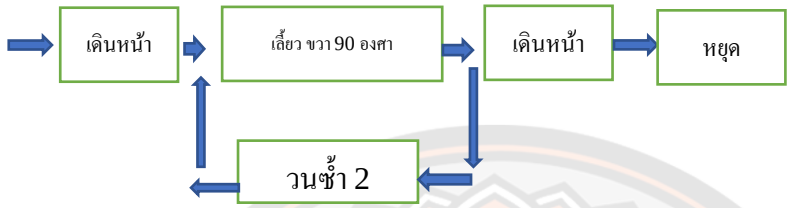
C.



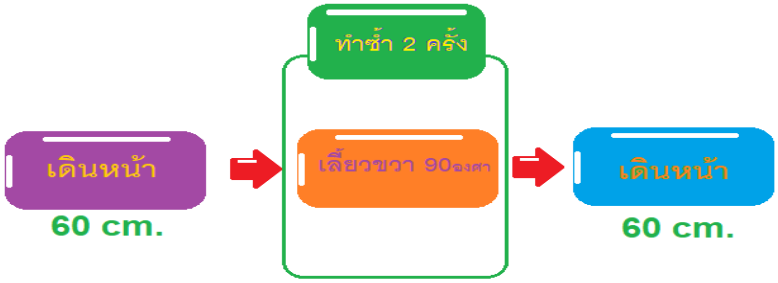
D.



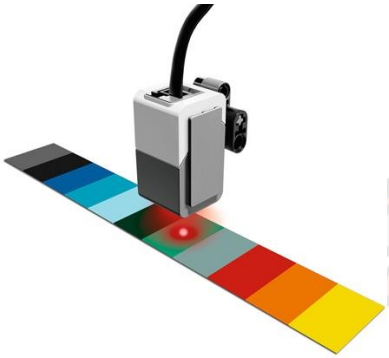
ข้อที่ 12

จากภาพ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด  **อธิบายประกอบ การเขียนโปรแกรมการเดินของหุ่นยนต์ โดยมีการ กำหนดค่าการทำงานของมอเตอร์ดังต่อไปนี้	A.เดินไปข้างหน้าแล้วหยุด B.ถอยไปข้างหลังล้อหมุนสองรอบ C.เดินหน้า กลับหลังหันแล้วเดินมาจอดที่เดิม D.หมุนสองรอบแล้วเดินหน้า สองรอบ

ข้อที่ 13

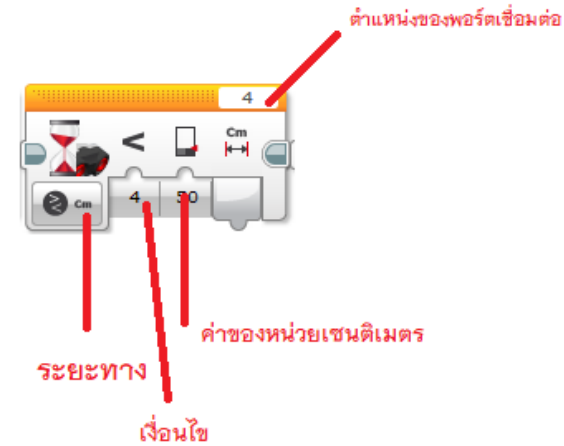
จากภาพ การเดินของหุ่นยนต์จะเป็นลักษณะใด 
A.เดินหน้า ⟶ เดินเป็นวงกลม⟶ แล้วกลับมาที่เดิม(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
B.หมุนกลับหลังหัน ⟶ เดินหน้า ⟶ หยุดเดิน(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น)
C.เดินหน้า ⟶ หมุนกลับหลังหัน ⟶ ถอยหลัง(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
D.เดินหน้า⟶ หมุนกลับหลังหัน⟶ เดินหน้า (หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น)

ข้อที่ 14

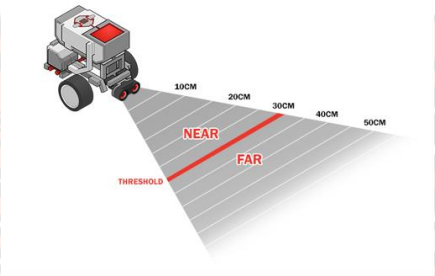
ข้อใดเป็นปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องในการใช้เซนเซอร์แสง  เซนเซอร์แสง ใช้หลักการสะท้อนแสง โดยใช้แสงเลเซอร์อ่านค่าแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบกับพื้นผิวและได้ค่าสีสะท้อนกลับมาออกเป็นค่าต่าง ๆ	A.สีผิวของวัตถุ
	B.ความสว่างของห้อง
	C.สีของแสงที่อ่านรับค่า
	D.น้ำหนักของวัตถุด้านหน้าหุ่นยนต์

ข้อที่ 15

บล็อกควบคุมเวลา ข้อใดคือคำสั่งที่ถูกต้องสำหรับการสั่งให้หุ่นยนต์ หยุดเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง ห่าง 50 เซนติเมตร



จากตัวอย่าง บล็อกควบคุมเวลา ใช้เป็นเงื่อนไขในการสั่งการทำงาน จากภาพ เป็นกรณีของ การสั่งให้อุปกรณ์ Ultrasonic ที่สามารถกำหนดค่าการหยุด โดยสามารถสั่งเป็น หน่วย นิ้ว เซนติเมตร เมตร ได้

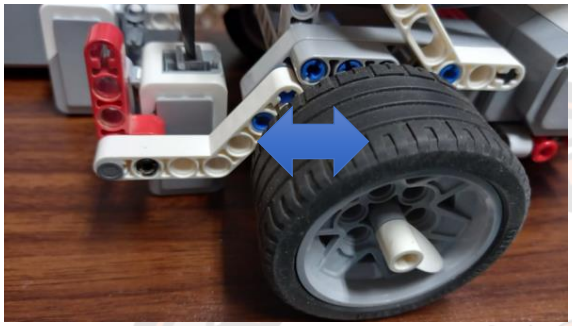
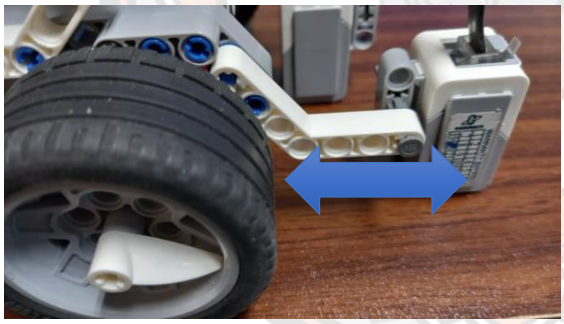


อุปกรณ์ Ultrasonic

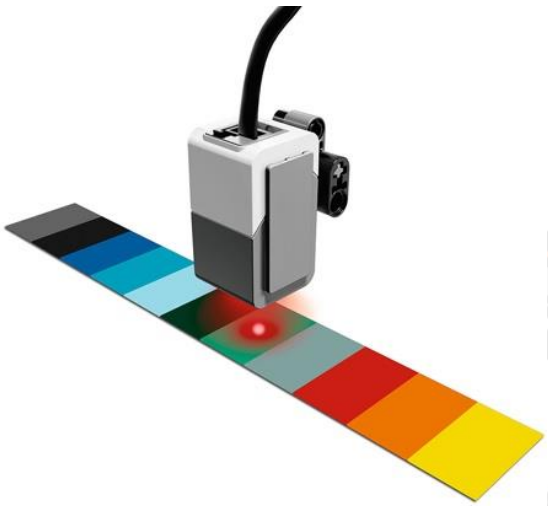
ที่เป็น อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง Ultrasonic ที่ตกกระทบกับพื้นผิวปลายทาง และ วัดค่าสะท้อนด้วยเวลา ของคลื่นเสียงสะท้อนกลับ เมื่อระยะเวลาห่างกันมาก ของการสะท้อนกลับของเสียง Utrasonic มีมากขึ้น ยิ่งทำให้ ระยะทางของวัตถุกับ Sensor มากขึ้น หลักการคลื่นเสียงสะท้อนแบบนี้ ใช้ทั่วปกับ อุปกรณ์ เรดาร์ ระบบนำร่องใต้น้ำ (Sonar) เซนเซอร์ถอยจอดของรถยนต์ ฯลฯ

A เดินหน้า → if (เซ็นเซอร์ Ultra sonic มีค่าเท่ากับ 50 เซนติเมตร) { หยุดการเดิน(); } else{ เดนหน้า();}
B A ถอยหลัง → if (เซ็นเซอร์ Ultra sonic มีค่าเท่ากับ 50 เซนติเมตร) { เดินหน้า(); } else{ หยุดการเดิน();}
C เดินหน้า → if (เซ็นเซอร์ Ultra sonic มีค่าน้อยกว่า 50 เซนติเมตร) { หยุดการเดิน(); } else{ เดนหน้า();}
D เดินหน้า → if (เซ็นเซอร์ Ultra sonic มีค่ามากกว่า 50 เซนติเมตร) { หยุดการเดิน(); } else{ เดนหน้า();}

ข้อที่ 16

ถ้าเซ็นเซอร์มีการติดตั้งชิดกับล้อจะเกิดผลอย่างไรในการเดินตามเส้นของหุ่นยนต์ ภาพตัวอย่าง 1 ระยะทาง เซนเซอร์แสงและล้อที่ชิดกัน  ภาพตัวอย่าง 2 ระยะทาง เซนเซอร์ และล้อที่ห่างกัน 	A.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเดินของหุ่นยนต์จะใช้คำสั่งเดิม B.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเซนเซอร์แสงสามารถอ่านค่าได้เท่ากันได้ทุกตำแหน่ง C.เกิด เนื่องจาก ระยะห่าง กับการวิ่งส่งผลต่อการเดินและการเลี้ยวของหุ่นยนต์ การติดเซนเซอร์ไว้ไกลล้อหากยิ่งติดห่าง ยิ่งทำให้ล้อเลี้ยวเบนก่อนเมื่อเจอตรวจเส้นสีดำ หากติดชิดล้อเกินไป จะทำให้ การตามเส้นช้ากว่าเนื่องจาก ตรวจพบการเลี้ยวพร้อมกับตำแหน่งล้อ ในบางกรณี อาจสั่งล้อให้เลี้ยวได้ไม่ทัน D.เกิด เนื่องจากระยะห่างของเซนเซอร์หากมีการตั้งไว้ห่างล้อ จะเดินได้แม่นขึ้น และเลี้ยวเบนได้ในวงแคบ หากติดไว้ไกล้ล้อ ทำให้การเลี้ยวแม่นยำขึ้น

ข้อที่ 17

ข้อใดเป็นประโยชน์ของเซนเซอร์แสง 	A.ทราบระยะห่างของวัตถุเพื่อเป็นเงื่อนไขของการเขียนโปรแกรม
	B.ทราบการหมุนของมอเตอร์เพื่อเป็นเงื่อนไขของการเขียนโปรแกรม
	C.ทราบค่าแสงกลางวันและกลางคืนเพื่อเป็นเงื่อนไขของการเขียนโปรแกรม
	D.ใช้ตรวจสอบ แสง และสีของวัตถุ เพื่อนำไปวางเงื่อนไขการเขียนโปรแกรม

ข้อที่ 18

หากติดตั้งล้อที่มีขนาดไม่เท่ากันจะส่งผลต่อการเดินอย่างไร ล้อขนาดใหญ่ ล้อขนาดเล็ก 	A.มีผลต่อการตั้งรอบล้อ หากรอบล้อไม่เท่ากันอาจทำให้การเดินเกิดการเอียงหรือเบนได้
	B.มีผลต่อการเดินเนื่องจาก การเดินอาจเป็นเส้นโค้งเพราะรอบล้อไม่เท่ากัน
	C.มีผลต่อการกะระยะเลี้ยว เนื่องจากขนาดล้อไม่เท่ากัน อาจทำให้การเบนเลี้ยวซ้าย ไม่เท่ากับการเบนเลี้ยวขวา
	D.ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 19

แท่งแกนเสียบที่เป็นโครงสร้างกากบาทจากภาพชิ้นส่วนต่อไปนี้ ข้อใดสามารถนำไปประกอบแล้วยึดได้แน่นที่สุด

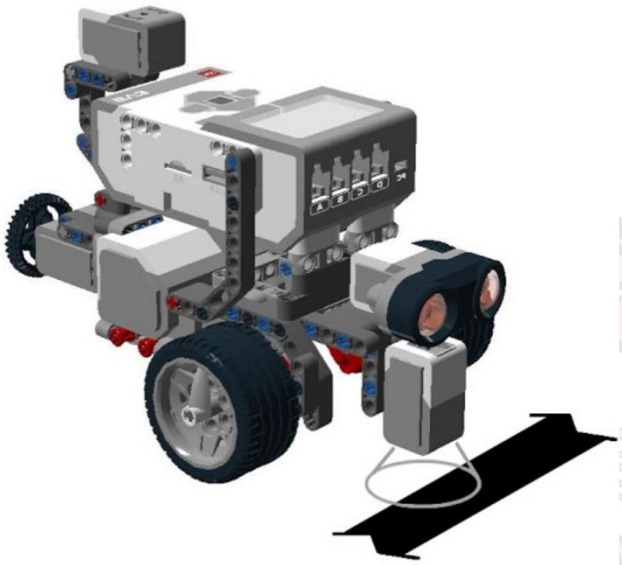
A.

B.

C.

D.

ข้อที่ 20.

การกำหนดเส้นสีดำเพื่อการตรวจสอบของหุ่นยนต์ มีประโยชน์อย่างไร 	A.เพื่อให้หุ่นยนต์หยุดเดิน
	B.เพื่อนับว่าเส้นสีดำมากี่เส้นก่อนนำมาเขียนเงื่อนไข
	C.เพื่อใช้นับการเดินทางและกำหนดตำแหน่งของหุ่นยนต์ในสนาม
	D.ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 21

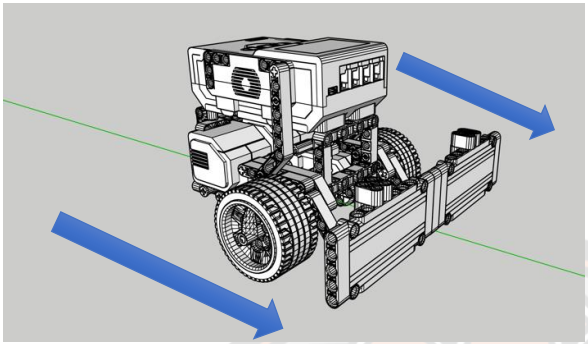
การติดตั้ง แกนล้อ ที่มีความห่างด้านซ้ายและด้านขวาที่ไม่เท่ากัน จะส่งผลอย่างไรในการเดินของหุ่นยนต์ จะเกิดสิ่งใดขึ้นในตอนปล่อยหุ่นยนต์ 	A.หุ่นยนต์จะวิ่งเร็วขึ้น
	B.หุ่นยนต์จะสั่นในตอนวิ่ง
	C.หุ่นยนต์จะวิ่งไม่ตรง
	D.หุ่นยนต์จะไม่สามารถวิ่งได้

ข้อที่ 22

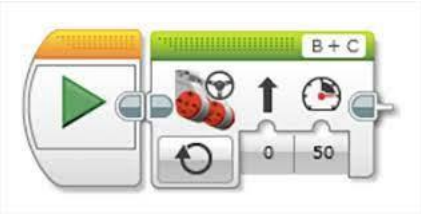
การทำให้หุ่นยนต์วิ่งเร็วขึ้น มีวิธีการอย่างไรบ้าง 	A.เร่งรอบมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น
	B.ใช้เฟืองที่มีขนาดใหญ่กว่าหมุนเฟืองที่มีขนาดเล็กกว่า
	C.เพิ่มขนาดล้อทำให้เส้นรอบวงมากขึ้นเพื่อเพิ่มระยะทาง
	D.ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

ข้อที่ 23

หากต้องการให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการดันวัตถุขนาดใหญ่ควรเสริมสิ่งใดในตัวหุ่นยนต์



A.ปรับความเร็วมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น

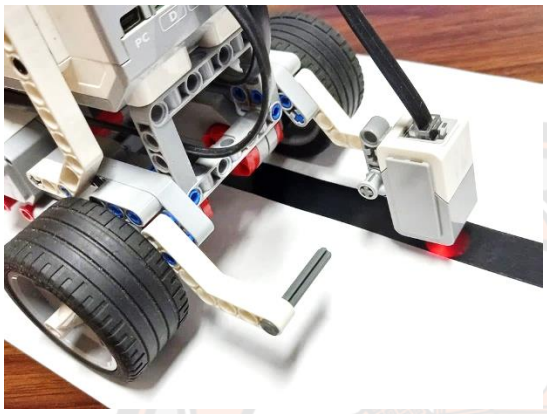


B.เพิ่มขนาดของล้อให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น

C.ใช้เฟืองทด ลดขนาดล้อ เพื่อเพิ่มแรงบิด

D.ปรับความสูงของตัวหุ่นให้มีความสูงที่มากขึ้น

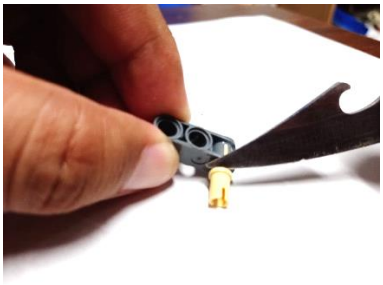
ข้อที่ 24

หากมีการเดินด้วยเซนเซอร์แสง เพื่อตามเส้น เหตุใดการเดินตามเส้นในลักษณะนี้ ถึงได้มีอาการเดินส่ายมากกว่า การเดินตามเส้น ด้วย เซนเซอร์แสง 2 ตัว 	A เซนเซอร์แสงตัวเดียว จะทำให้เสียสมดุลย์ของหุ่นยนต์ เพราะ ในภาพ มีการติดด้านซ้าย
	B มีอาการส่ายเนื่องจาก เมื่อหุ่นยนต์หลุดจากเส้น ทำให้มีการเลี้ยวกวาดเพื่อหาเส้นดำต่อไปเรื่อย ๆ จนเกิดอาการหมุนซ้ายหมุนขวาด้วยความรวดเร็ว จนเห็นเป็นอาการส่าย
	C เซนเซอร์แสงทำให้หุ่นยนต์ส่ายเนื่องจากการทำงานของเซนเซอร์แสง จะส่งผลตรงกับมอเตอร์ด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้เกิดอาการส่ายในขณะที่หุ่นยนต์กำลังวิ่ง
	D เซนเซอร์แสงอาจมีความไวต่อการสะท้อนแสงมาก ทำให้ความไวต่อแสง มีการส่งคำสั่งไปยังมอเตอร์โดยตรงทำให้หุ่นยนต์เกิดอาการส่ายไปส่ายมา

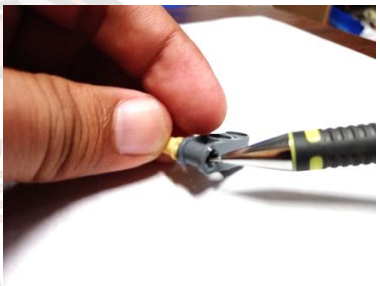
ข้อที่ 25

หากชิ้นส่วนสีเหลือติดอยู่โดยไม่สามารถดึงออกได้ วิธีใดทำให้การนำชิ้นส่วนสีเหลืองออกได้โดยเสียหายน้อยที่สุด

A ใช้มีดหรือของมีคมแกะชิ้นส่วนออก

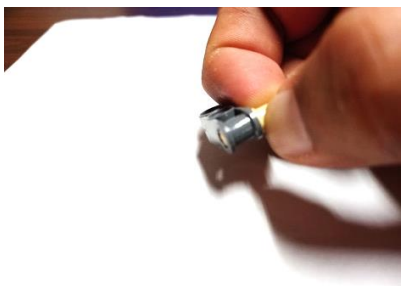


Bใช้ปากกาหรือหัวดินสอดันออก

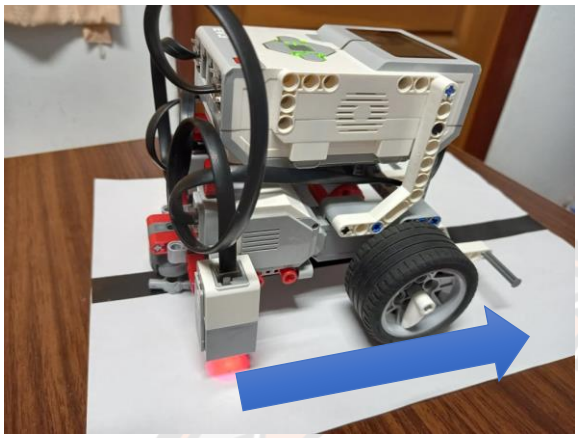
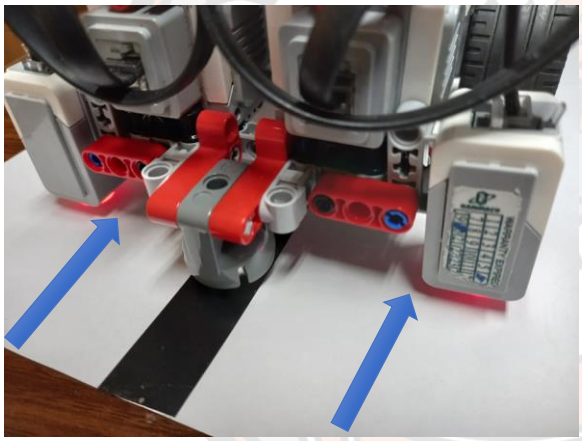


Cใช้ชิ้นส่วนแกนแท่งกากบาทที่มีรูปทรงเดียวกัน ดันชิ้นส่วนออก

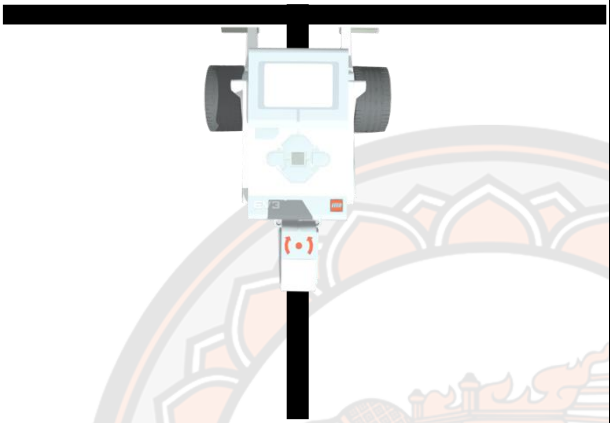
D ใช้เล็บจิกชิ้นส่วนออก



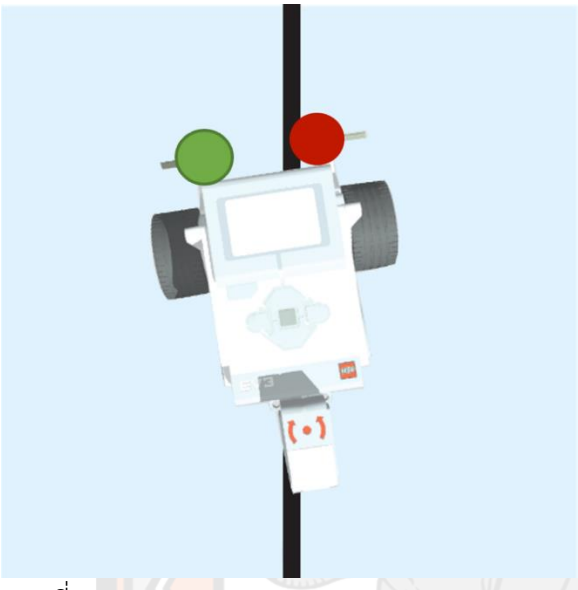
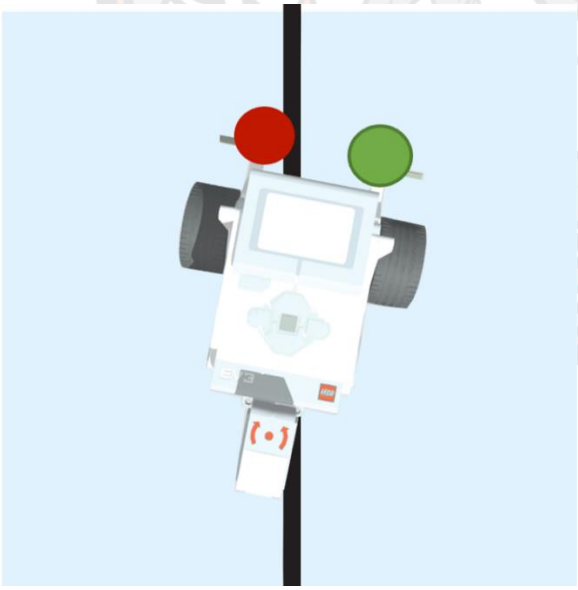
ข้อที่ 26

หากติดเซนเซอร์วัดแสงบริเวณด้านหลังของหุ่นยนต์จะสามารถเดินตามเส้นดำได้หรือไม่  	A สามารถเดินได้เนื่องจากเซนเซอร์แสงยังทำงานปกติ
	B สามารถเดินตามเส้นได้ แต่อาจส่งผลต่อความผิดพลาดในการเดินเลี้ยว
	C ไม่สามารถเดินตามเส้นได้เนื่องจากตำแหน่งเซนเซอร์ไม่ได้อยู่ด้านหน้า
	D ไม่มีข้อใดถูก

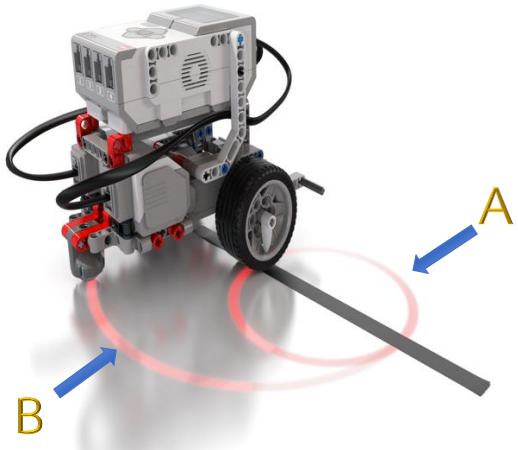
ข้อที่ 27

เราสามารถวางเงื่อนไขได้อย่างไรเมื่อเจอเส้นดำด้านหน้าที่เป็นจุดตัด 	A เมื่อค่าของล้ออยู่ในรอบที่กำหนด จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	B เมื่อเซนเซอร์แสงด้านซ้ายและด้านขวาเจอสีดำ เป็นตัวเช็ค จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	C เมื่อกำหนดค่าให้เซนเซอร์ทิศทางหันองศาของหุ่นยนต์ให้ตรงกับเงื่อนไข จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	D เมื่อใช้เซนเซอร์ระยะทางกำหนดความห่างของกำแพง จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด

ข้อที่ 28

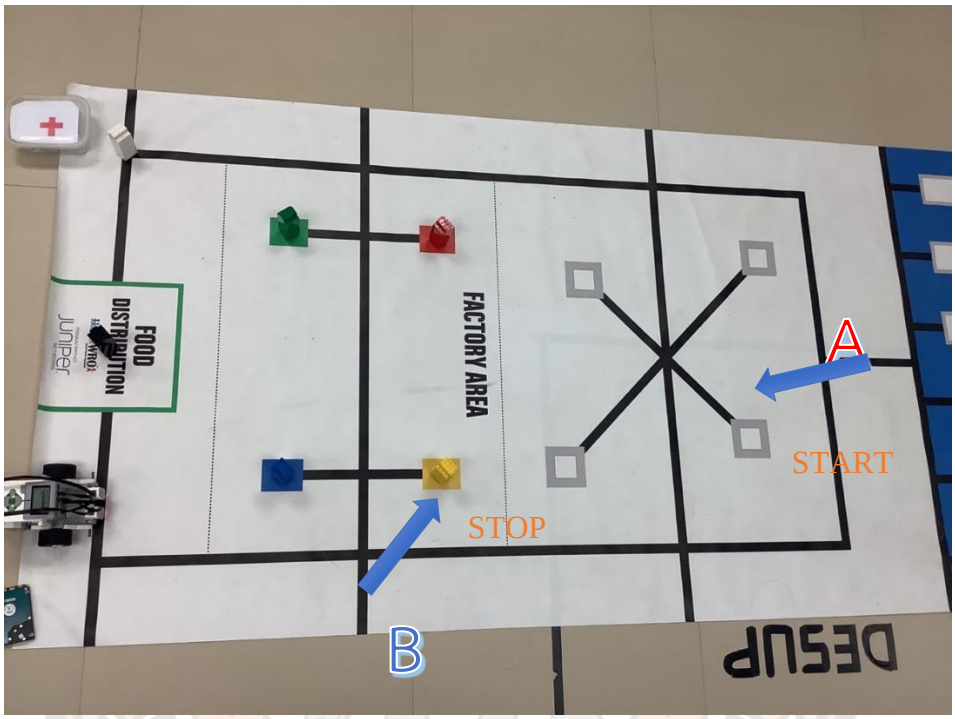
การทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น ข้อใดวางลำดับการวางเงื่อนไขการเดินได้ถูกต้อง ภาพที่ 1  ภาพที่ 2 	A ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวาตรวจพบเส้นสีดำ ให้สั่งเดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบสีดำให้เลี้ยวซ้าย และหากเซนเซอร์แสดงทั้งสองตรวจพบสีขาวให้เลี้ยวขวา
	B หากเซนเซอร์แสงไม่ตรวจพบเส้นสีดำให้เดินตรง ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าตรวจพบสีดำทั้งซ้ายและขวา ให้เดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงทั้งสอง เจอสีขาวทั้งสองตัว ให้หยุดการเดิน
	C ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวามือเจอสีดำให้เลี้ยวซ้าย และ ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าซ้ายเจอสีดำให้เลี้ยวขวา และหากเจอเส้นสีดำทั้ง 2 ฝั่งให้เดินไปข้างหน้า
	D ภาพที่ 1 เซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบเส้นดำ สั่งให้เลี้ยวขวา และ ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านซ้ายตรวจพบค่าแสงสีดำให้เลี้ยวซ้าย หากตรวจพบไม่เจอเส้นสีดำ สั่งให้หุ่นยนต์เดินตรง

ข้อที่ 29

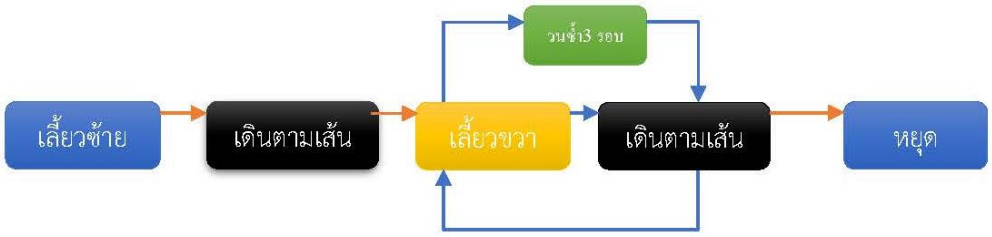
จากภาพ กรเลี้ยวที่ตำแหน่ง A และการเลี้ยวที่ตำแหน่ง B ต่างกันอย่างไร  	A วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนช้ากว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	B วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนเร็วกว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อซ้ายหยุดหมุน และล้อขวาหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	C วงเลี้ยวในตำแหน่ง B เป็นการเลี้ยววงกว้างเกิดจาก ล้อซ้ายหมุนช้ากว่าล้อขวา และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง A ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	D ทั้งสองเส้นทาง เกิดจากการหมุนสวนทางกันของล้อ โดย เส้นวงเลี้ยว A วงเลี้ยวแคบ เกิดจากการหมุนของล้อทั้ง 2 อย่างรวดเร็ว และ เส้น B การหมุนของล้อทั้ง 2 หมุนช้ากว่าทำให้การตีวงเลี้ยวกว้างกว่า

ข้อที่ 30

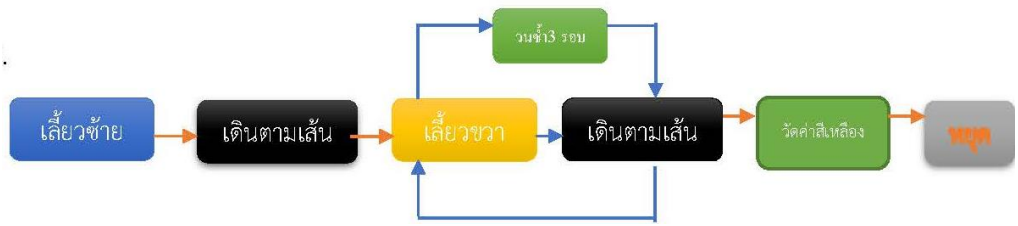
จากภาพต่อไปนี้ ข้อใดคือการวางลำดับที่ถูกร้องสำหรับการเดินจากจุด A ไปยัง จุด B ที่สั้นที่สุด



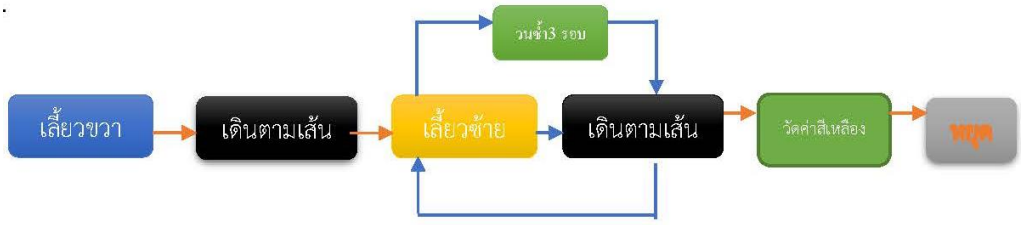
A



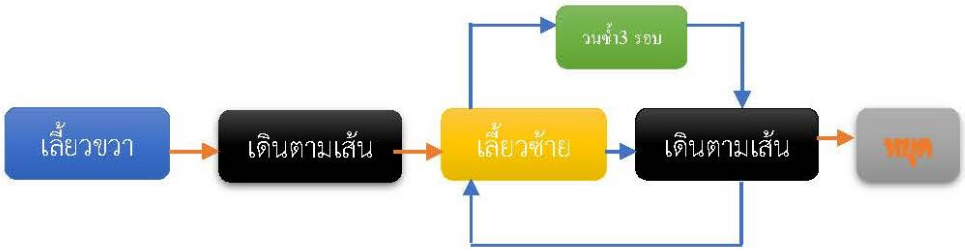
B



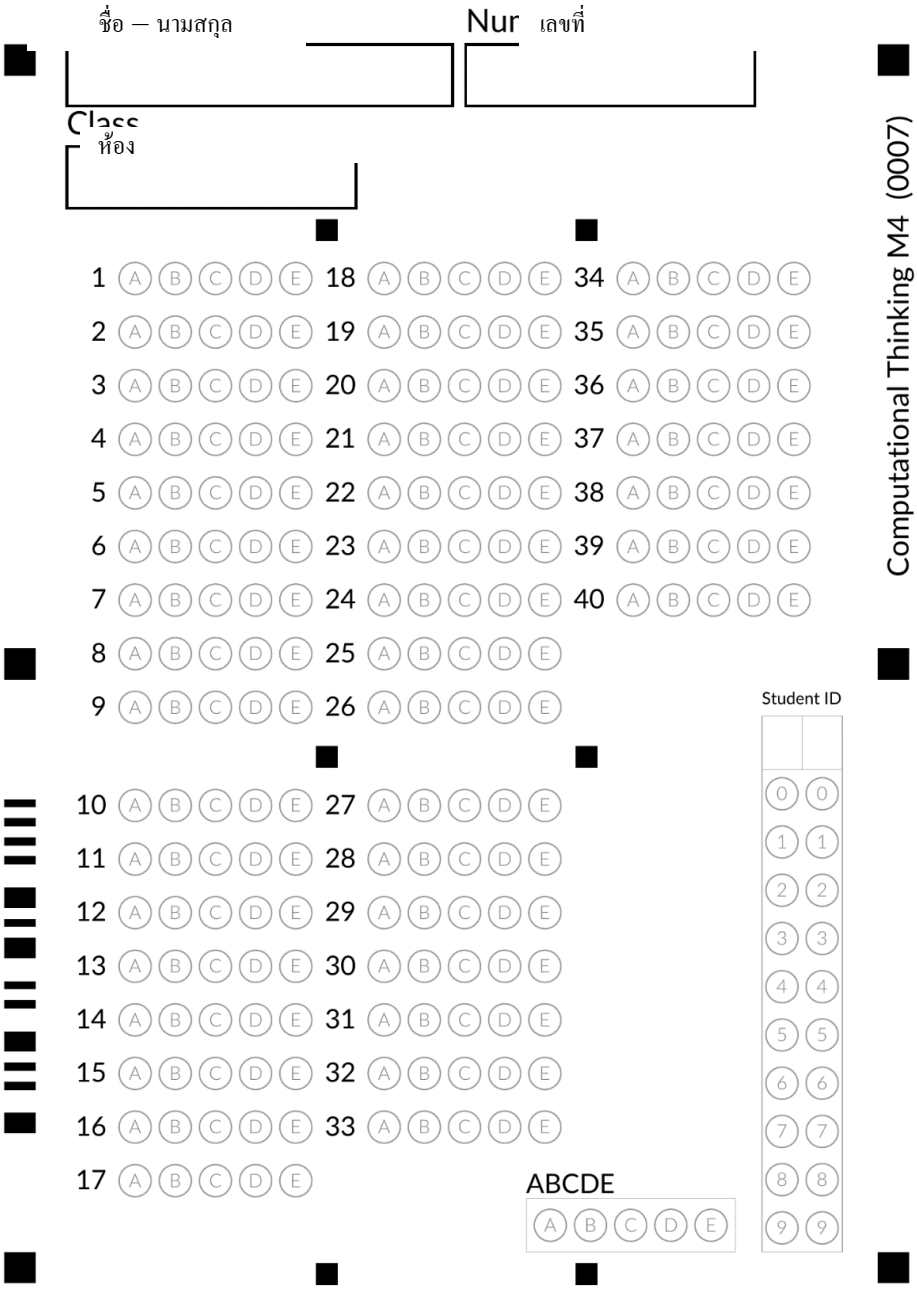
C .


วนซ้ำ3 รอบ
เลี้ยวขวา
เดินตามเส้น
เลี้ยวซ้าย
เดินตามเส้น
วัดค่าสีเหลือง
หยุด

D


วนซ้ำ3 รอบ
เลี้ยวขวา
เดินตามเส้น
เลี้ยวซ้าย
เดินตามเส้น
หยุด

กระดาษคำตอบรายวิชา วิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ภาคผนวก ฐ ข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน

วิทยาการคำนวณ ม.4

ข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังเรียน ปีการศึกษา 2565

รายวิชา วิทยาการคำนวณ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....

คำสั่งและคำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ โดยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวโดยฉีกกระดาษคำตอบจากด้านหลังตัวข้อสอบ
3. ให้นักเรียนดึงกระดาษคำตอบจากด้านหลังเพื่อความสะดวกในการตอบคำถาม
4. หากพบพฤติกรรมส่อทุจริต ถือเป็นความผิดร้ายแรงนักเรียนจะถูกลงโทษทางวินัยจนถึงที่สุด และการสอบของนักเรียนครั้งนี้มีคะแนนเป็นศูนย์และไม่ให้ดำเนินการสอบซ่อม

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวโดยการฝนลงในกระดาษคำตอบด้านหลังข้อสอบ

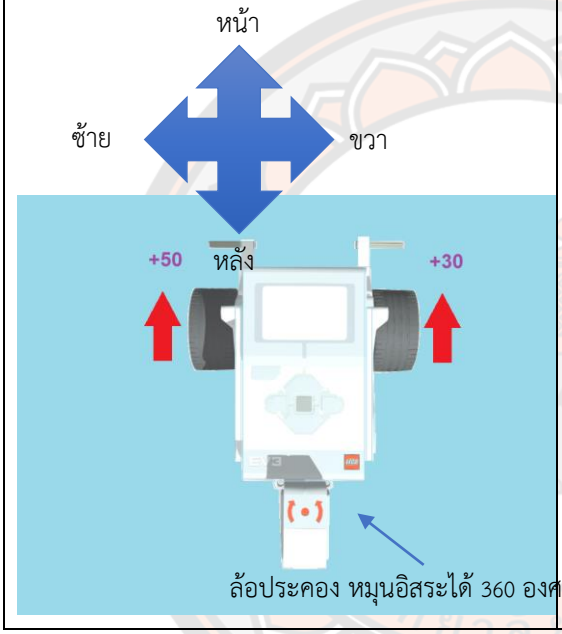
ข้อที่ 1

<table>
<tr>
<td rowspan="4">
มอเตอร์ขนาดใหญ่ (EV3 Large Motor) เป็นชิ้นส่วนที่สำคัญสำหรับการสร้างหุ่นยนต์ ผู้สร้างหุ่นยนต์สามารถประยุกต์การหมุนของมอเตอร์เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถทำหน้าที่ต่าง ๆ ได้เช่น การเคลื่อนที่ การจับสิ่งของ เป็นต้น
อุปกรณ์ชนิดใดในตัวเลือก ที่มีหน้าที่คล้ายกับมอเตอร์ขนาดใหญ่</td>
<td>A.

กล่องควบคุม (EV3 Brick)</td>
</tr>
<tr>
<td>B

มอเตอร์ขนาดเล็ก (EV3 Motor)</td>
</tr>
<tr>
<td>
C.
เซนเซอร์ วัดแสง(Color Sensor)</td>
</tr>
<tr>
<td>
D.
เซนเซอร์ระยะทาง(Ultrasonic Sensor)</td>
</tr>
</table>

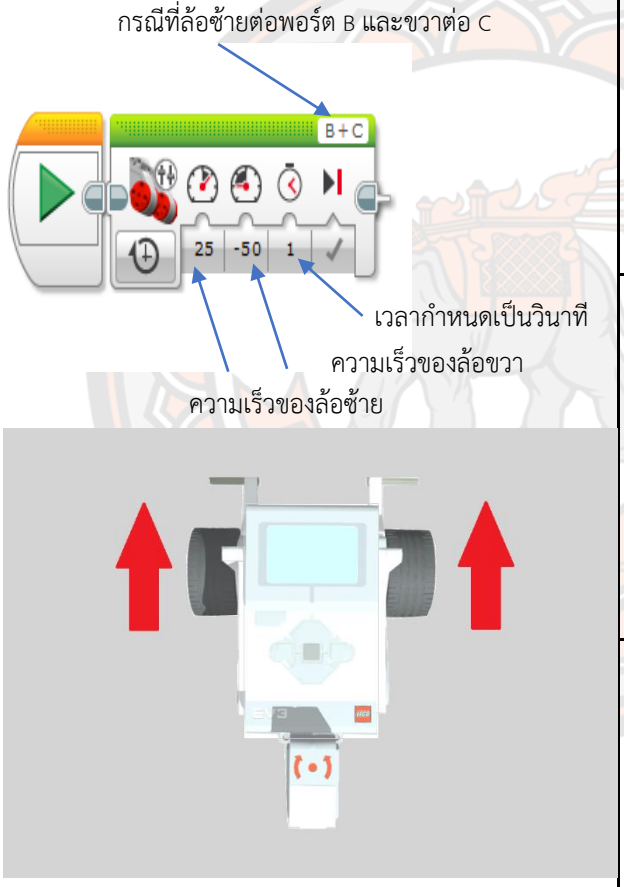
ข้อที่ 2

จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 50 เมตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด ตามทิศทาง ลูกศร  	A. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า B. เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา C. เคลื่อนที่ด้านหน้าและเลี้ยวโค้งโค้งไปทางซ้าย D. เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง

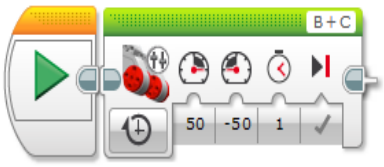
ข้อที่ 3

จากภาพ หุ่นยนต์ที่มีลักษณะ สามล้อ ควบคุมด้วยความต่างของความเร็วล้อซ้ายและล้อขวา โดยมีล้อเคลื่อนที่อิสระด้านหลัง 1 ล้อ หากต้องการให้หุ่นยนต์เดินตรง ไปข้างหน้า จะมีลักษณะ การกำหนดจากโปรแกรมอย่างไร

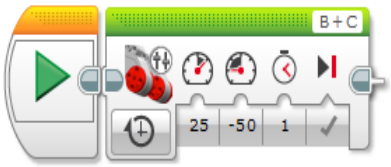
จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน



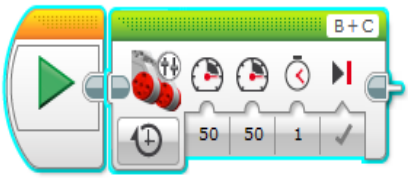
A.



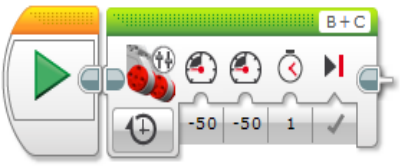
B.



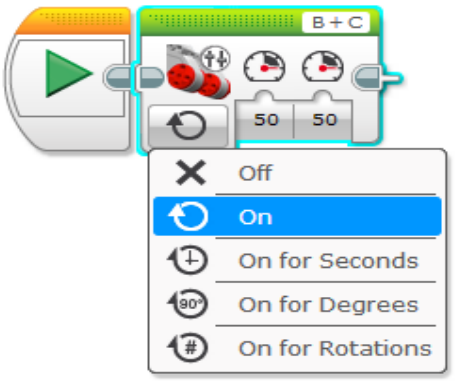
C.



D.



ข้อที่ 4

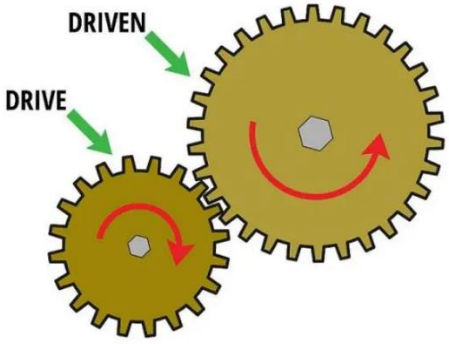
จากภาพ แสดงถึงหน้าจอการกำหนดเงื่อนไขของลักษณะการหมุนของมอเตอร์ล้อ  โดยการกำหนดเงื่อนไขการหมุนคือ **Off** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน **On** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงาน **On for Seconds** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดย กำหนดการทำงานเป็นวินาที เช่น สั่งให้ล้อหมุน 1 วินาที **On for Degree** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดเป็น องศาของการหมุนของล้อ เช่นให้ล้อ หมุนครึ่งรอบ (180 องศา) **On for Rotations** หมายถึง สั่งให้มอเตอร์ทำงานโดยกำหนดการหมุนเป็นรอบของการหมุน เช่น สั่งให้ล้อหมุน 2.5 รอบ หรือสองรอบครึ่ง ให้นักเรียนพิจารณาว่า การหมุนแบบใดที่มีการกำหนดได้ละเอียดที่สุด	A. **On for Seconds** เนื่องจาก การกำหนดเวลา สามารถกำหนดได้น้อยกว่าหนึ่งวินาที หรือแม้กระทั่ง เสี้ยววินาทีหรือ 1/1000 วินาที B. **On for Degree** เนื่องจาก การกำหนดองศา สามารถกำหนดได้เป็นตัวเลขของศาที่ละเอียดที่สุดได้แม้จะน้อยกว่า 0.01 องศา C. **On for Rotations** เนื่องจาก สามารถกำหนดการหมุนเป็นรอบและ ละเอียดกว่าครึ่งรอบล้อ สามารถกำหนดได้ น้อยกว่า 1/1000 รอบ D. ทุกคำสั่งสามารถกำหนดให้ละเอียดได้ตามความถนัดของการเขียนโปรแกรมในแต่ละคน โดยที่ไม่ใช่คำสั่ง On และ Off

ข้อที่ 5

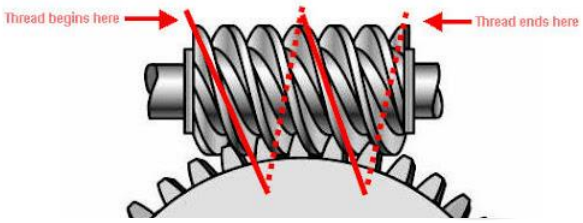
ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของอุปกรณ์มอเตอร์ 	A. ขับเคลื่อนหุ่นยนต์ไปในทิศทางต่าง ๆ เช่น เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา
	B. หมุนฟันเฟืองเพื่อต่อเป็นแขนกลหยิบจับสิ่งของ
	C. รับค่าการหมุนของล้อเพื่อนำค่ามาคำนวณวางแผนการเดินของหุ่นยนต์
	D. รับค่าแสงสว่างของพื้นผิวต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณ การเขียนโปรแกรม หุ่นยนต์เดินตามเส้น ✓

ข้อที่ 6

จากรูปฟันเฟืองต่อไปนี้ ข้อใดให้อัตราทดที่ได้กำลังแรงบิดที่มากที่สุดในการหมุน



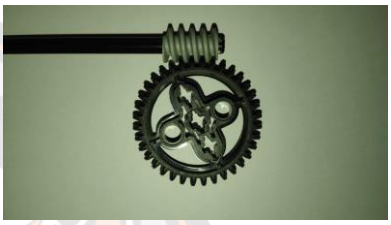
ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

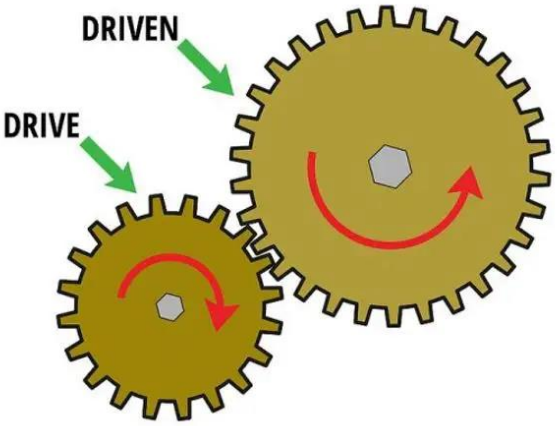
B.



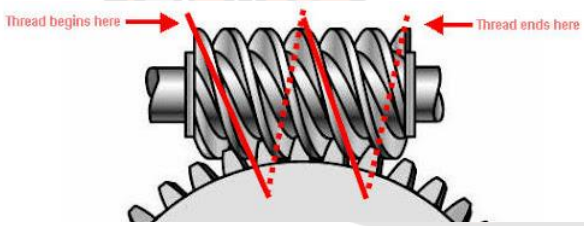
C.

D.

ข้อที่ 7



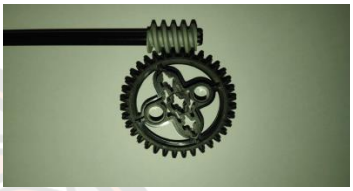
ฟันเฟืองและอัตราทด (Gear Ratio)หมายถึง อัตราส่วนของฟันเฟืองเพื่อกำหนดการหมุน หากเฟืองที่มีขนาดต่างกันรอบทีหมุนจะไม่เท่ากัน หากเฟืองขับมีขนาดเล็กกว่าเฟืองปลายทาง จำให้กำลังเพิ่มขึ้น ยิ่งเฟืองขับมีขนาดเล็ก และเฟืองปลายทางมีขนาดใหญ่ จะทำให้กำลังแรงบิดหรือ(torque) จะเพิ่มขึ้น หากเป็นฟันเฟืองทั่วไป อัตรากำลังจะขึ้นอยู่กับขนาดของเฟืองปลายทาง



เฟืองอีกรูปแบบคือเฟืองตัวหนอน ใช้เฟืองต้นทางเป็นแบบเกลียวตัวหนอนเป็นตัวสร้างแรงหมุน ใช้การหมุนแบบขนานกันกับแกนหมุนฟันเฟืองปลายทาง

A.

B.

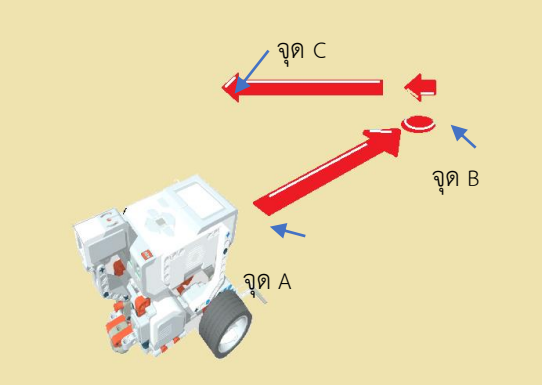


C.

D.

ข้อที่ 8

ภาพต่อไปนี้แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากจุด A จุด B และ จุด C ตามลำดับ จงออกแบบการเขียนโปรแกรมด้วยการเขียนแผนภาพการวางลำดับขั้นตอนการเดินของหุ่นยนต์ดังต่อไปนี้



จากภาพตัวอย่างโปรแกรมสั่งการให้มอเตอร์ทำงาน

1.เริ่มต้นให้หุ่นยนต์ เริ่มเดินจากจุด A

2.สั่งให้หยุดที่จุด B

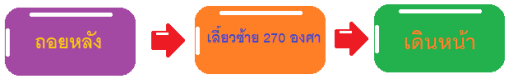
3.สั่งให้หันเบน 90 องศาที่จุด B (270 องศา)

4.สั่งให้เดินไปหยุดที่จุด C

A.

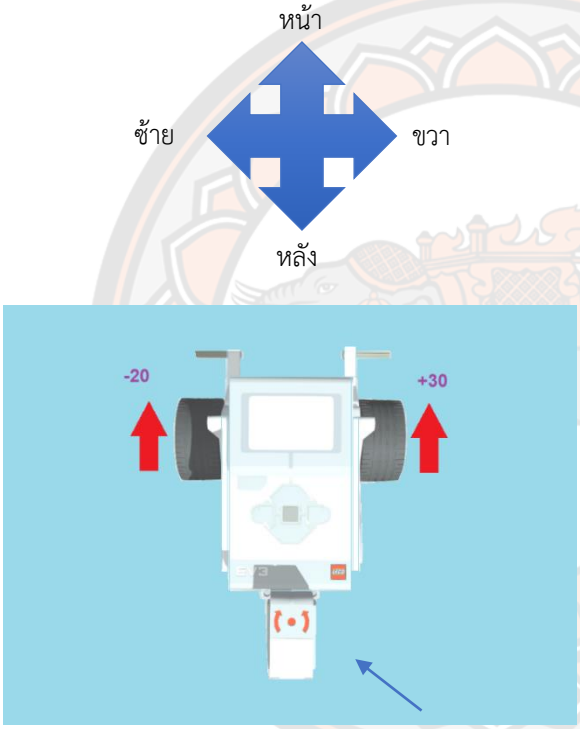
B.

C.



D.

ข้อที่ 9

จากภาพ ถ้าล้อหลัก(ซ้าย-ขวา) 2 ล้อ ของหุ่นยนต์ 3 ล้อ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ล้อด้านซ้าย เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว – 20 มตรต่อวินาที และล้อด้านขวาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 30 เมตรต่อวินาที หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด ตามทิศทาง ลูกศร  ล้อประคอง หมุนอิสระได้ 360 องศา	A.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงทางด้านหน้า B.เคลื่อนที่ไปด้านหน้าและเลี้ยวโค้งไปทางขวา C.หุ่นยนต์จะเลี้ยวหันไปทางซ้ายเป็นวงแคบ D.เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงไปด้านหลัง

ข้อที่ 10

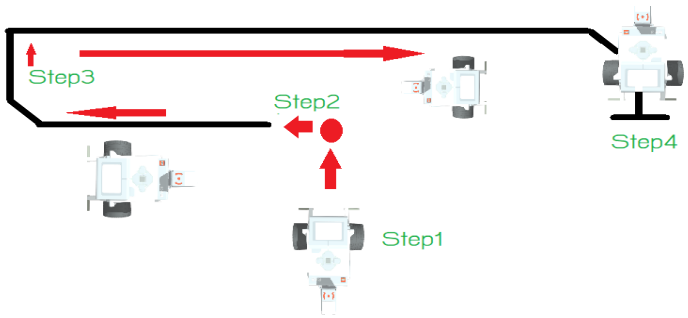
จากภาพต่อไปนี้แสดงการเดินของหุ่นยนต์ จาก Step 1 ไปยัง Step 4

หากนักเรียนสามารถทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นได้แล้ว จำมีฟังก์ชันเดินตามเส้น นักเรียนสามารถนำมาใช้ในการวางแผนการเขียนโปรแกรมได้ จะมีวิธีอย่างไร ในการเดินตามลำดับ

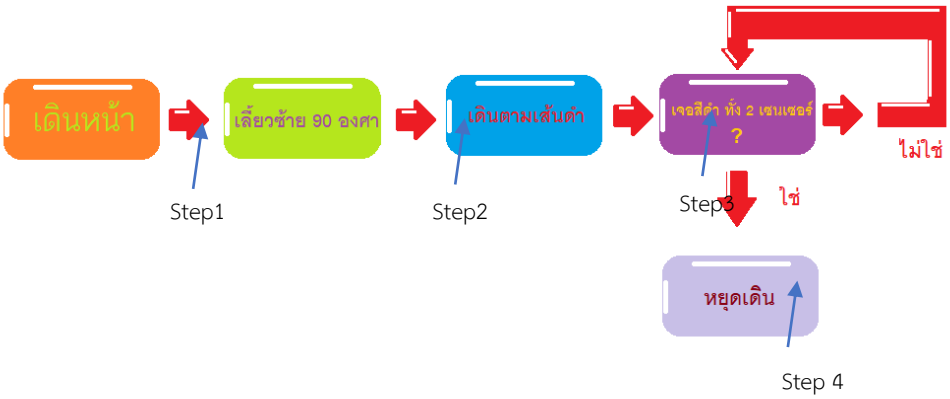
กรณี 1 เมื่อหุ่นยนต์เดินเจอทางเลี้ยว

กรณี 2 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นมุมฉาก

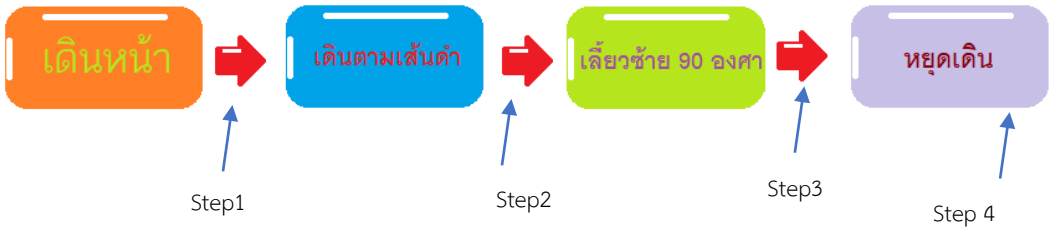
กรณี 3 เมื่อหุ่นยนต์เดินไปเจอทางเลี้ยวที่เป็นเส้นจุดดำที่เป็นเส้นตัด



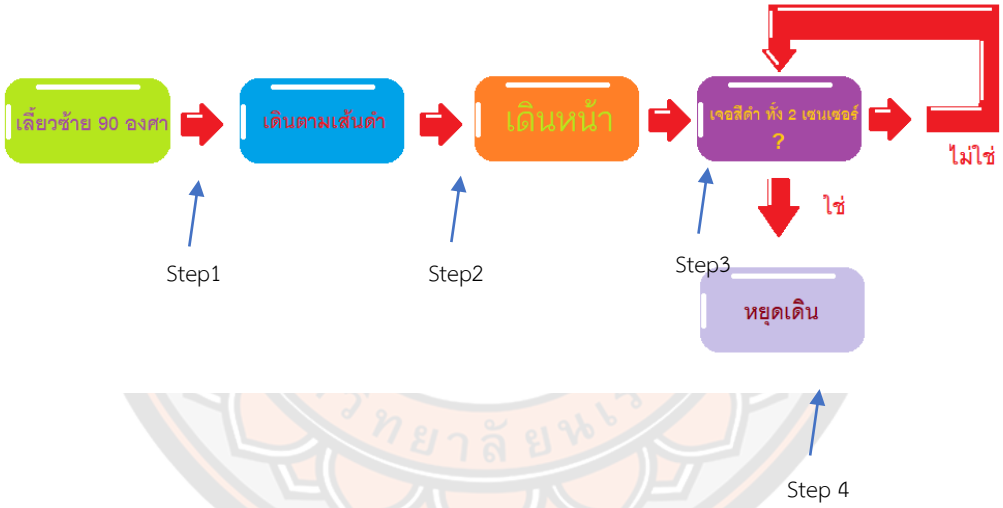
A.



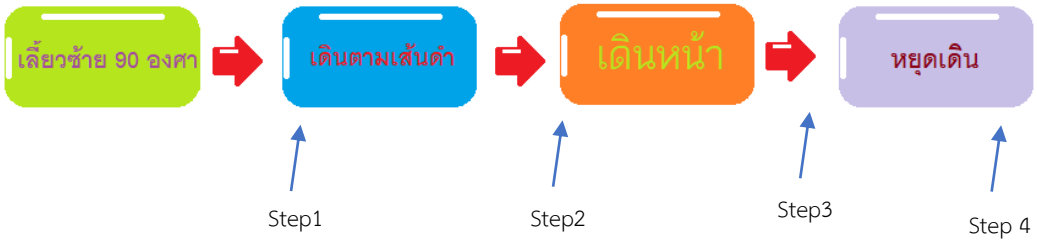
B.


เดินหน้า
เดินตามเส้นดำ
เลี้ยวซ้าย 90 องศา
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

C.

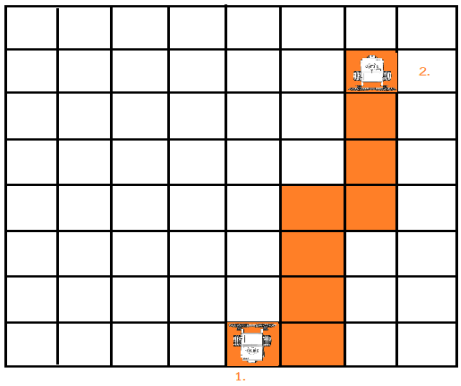

เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
เจอสีดำ ทั้ง 2 เซนเซอร์ ?
ไม่ใช่
ใช่
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

D.

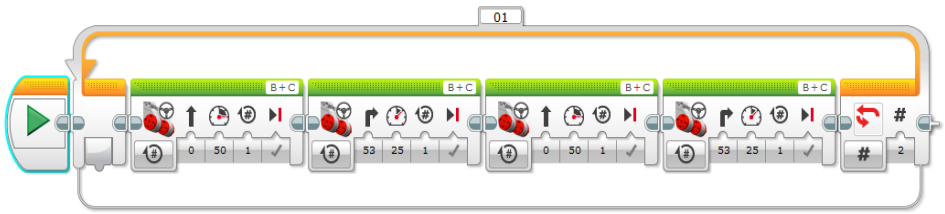

เลี้ยวซ้าย 90 องศา
เดินตามเส้นดำ
เดินหน้า
หยุดเดิน
Step1
Step2
Step3
Step 4

ข้อที่ 11

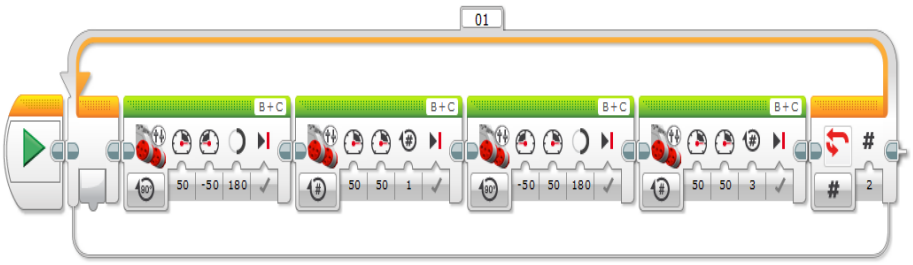
จากภาพที่แสดงดังต่อไปนี้ ข้อดคือการวางลำดับที่ถูกต้องในการเขียนโปรแกรมการเดินในลักษณะตามภาพ



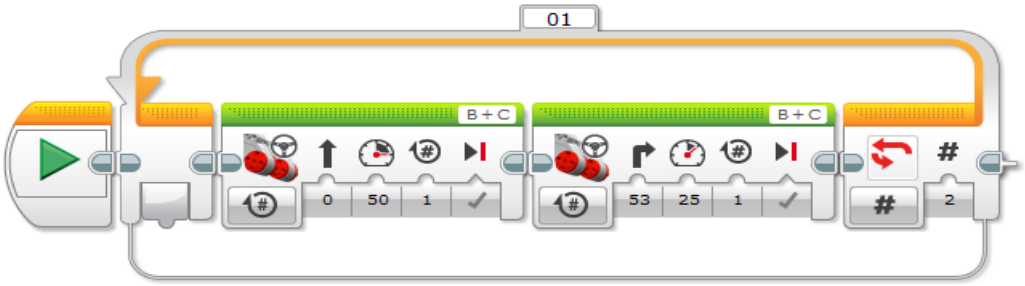
A.



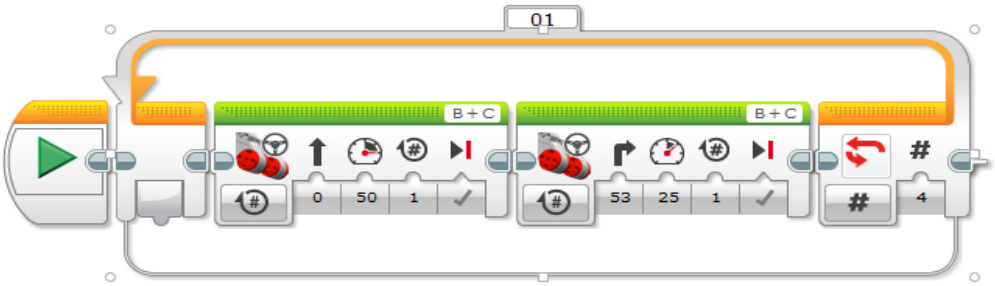
B.



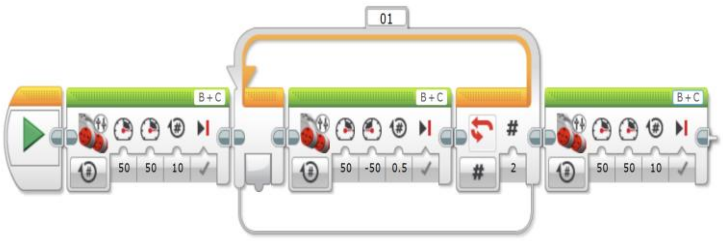
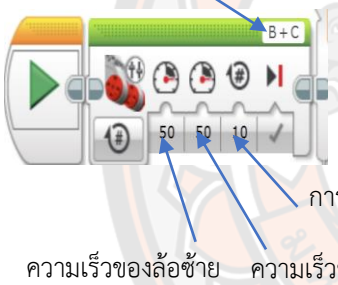
C.



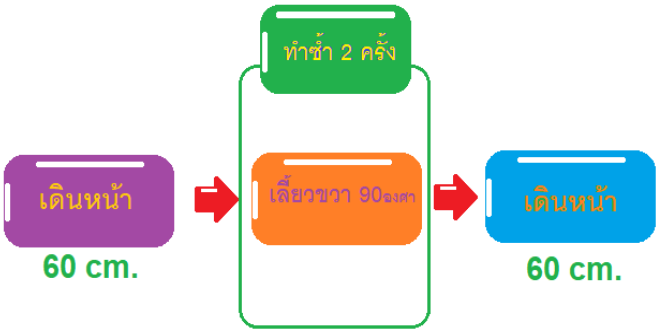
D.



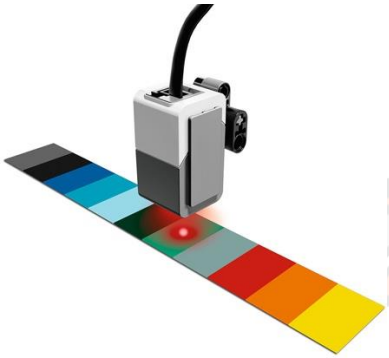
ข้อที่ 12

จากภาพ หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ในลักษณะใด  **อธิบายประกอบ การเขียนโปรแกรมการเดินของหุ่นยนต์ โดยมีการกำหนดค่าการทำงานของมอเตอร์ดังต่อไปนี้ กรณีที่ล้อซ้ายต่อพอร์ต B และขวาต่อ C  	A.เดินไปข้างหน้า ล้อหมุน 10 รอบ B.ถอยไปข้างหลัง ล้อหมุนสิบรอบ C.เดินหน้า ล้อหมุน 10 รอบกลับหลังหัน และเดินกลับล้อหมุน 10 รอบ D.เดินข้างหน้า ล้อหมุน 10 รอบหัน 90 องศา และเดินหน้าล้อหมุน อีก 10 รอบ

ข้อที่ 13

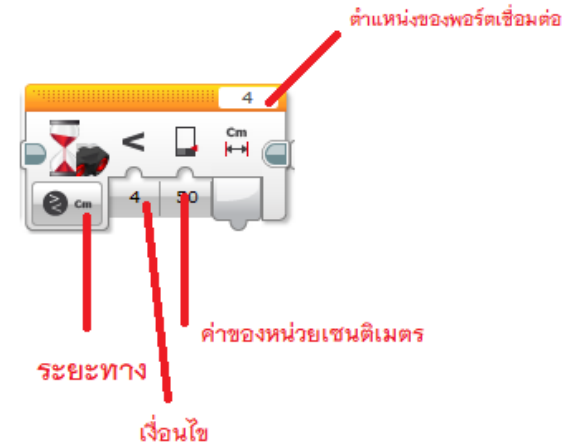
จากภาพ การเดินของหุ่นยนต์จะเป็นลักษณะใด 
A.เดินหน้า ⟶ เดินเป็นวงกลม⟶ แล้วกลับมาที่เดิม(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
B.หมุนกลับหลังหัน ⟶ เดินหน้า ⟶ หยุดเดิน(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น)
C.เดินหน้า ⟶ หมุนกลับหลังหัน ⟶ ถอยหลัง(หุ่นยนต์จะจอดอยู่ถัดไป 120 เซนติเมตร)
D.เดินหน้า⟶ หมุนกลับหลังหัน⟶ เดินหน้า (หุ่นยนต์จะจอดอยู่ที่เริ่มต้น)

ข้อที่ 14

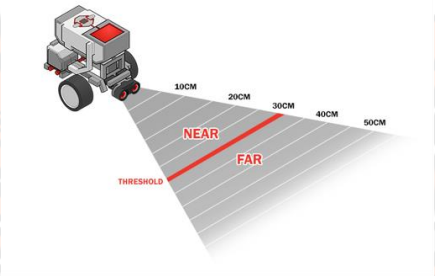
ข้อใดเป็นปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องในการใช้เซนเซอร์แสง  เซนเซอร์แสง ใช้หลักการสะท้อนแสง โดยใช้แสงเลเซอร์อ่านค่าแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบกับพื้นผิว และได้ค่าสีสะท้อนกลับมาออกเป็นค่าต่าง ๆ	A.ระยะทางของแสงกับวัตถุที่ตกกระทบ
	B.การสะท้อนของพื้นผิว ลักษณะผิวมัน ผิวด้าน
	C.เวลาของแสงในระหว่างวัน
	D.ความสั่นสะเทือนในการวิ่งของหุ่นยนต์

ข้อที่ 15

บล็อกควบคุมเวลา ข้อใดคือคำสั่งที่ถูกต้องสำหรับการสั่งให้หุ่นยนต์ หยุดเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง ห่าง 50 เซนติเมตร



จากตัวอย่าง บล็อกควบคุมเวลา ใช้เป็นเงื่อนไขในการสั่งการทำงาน จากภาพ เป็นกรณีของการสั่งให้อุปกรณ์ Ultrasonic ที่สามารถกำหนดค่าการหยุด โดยสามารถสั่งเป็น หน่วย นิ้ว เซนติเมตร เมตร ได้



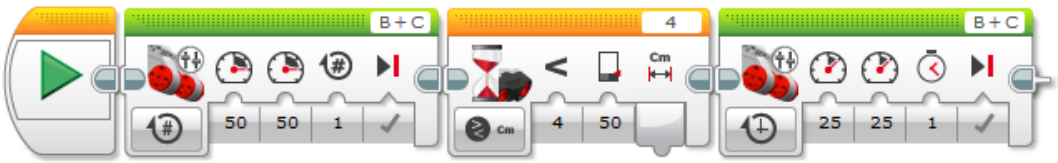
อุปกรณ์ Ultrasonic

ที่เป็น อุปกรณ์วัดระยะทางด้วยคลื่นเสียง Ultrasonic ที่ตกกระทบกับพื้นผิวปลายทาง และ วัดค่าสะท้อนด้วยเวลา ของคลื่นเสียงสะท้อนกลับ เมื่อระยะเวลาห่างกันมาก ของการสะท้อนกลับของเสียง Utrasonic มีมากขึ้น ยิ่งทำให้ ระยะทางของวัตถุกับ Sensor มากขึ้น หลักการคลื่นเสียงสะท้อนแบบนี้ ใช้ทั่วปกับ อุปกรณ์ เรดาร์ ระบบนำร่องใต้น้ำ (Sonar) เซนเซอร์ถอยจอดของรถยนต์ ฯลฯ

A

B+C
50
50
1
4
Cm
4
50
B+C
50
50

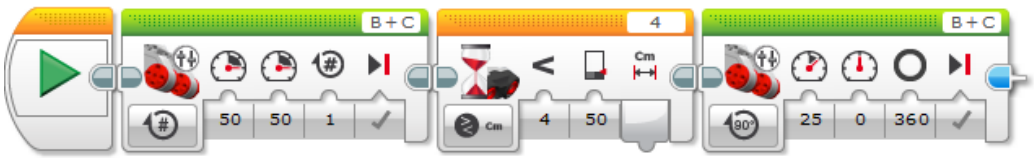
B


B+C
50
50
1
4
Cm
4
50
B+C
25
25
1

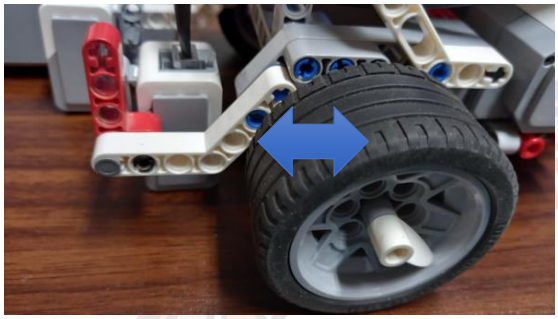
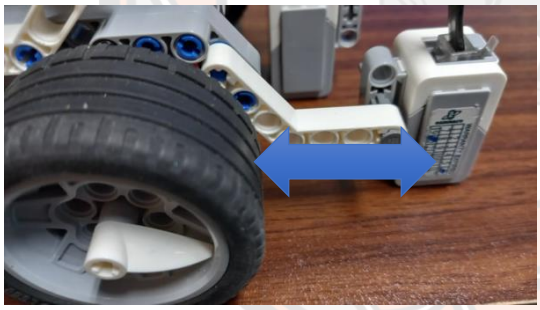
C

B+C
50
50
1
4
Cm
4
50
B+C

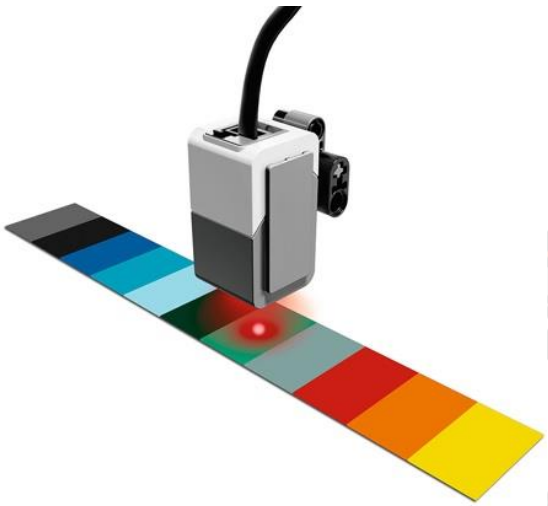
D


B+C
50
50
1
4
Cm
4
50
B+C
25
0
360

ข้อที่ 16

ถ้าเซ็นเซอร์มีการติดตั้งชิดกับล้อจะเกิดผลอย่างไรในการเดินตามเส้นของหุ่นยนต์ ภาพตัวอย่าง 1 ระยะทาง เซนเซอร์แสงและล้อที่ชิดกัน  ภาพตัวอย่าง 2 ระยะทาง เซนเซอร์ และล้อที่ห่างกัน 	A.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเดินของหุ่นยนต์จะใช้คำสั่งเดิม B.ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากเซนเซอร์แสงสามารถอ่านค่าได้เท่ากันได้ทุกตำแหน่ง C.เกิด เนื่องจาก ระยะห่าง กับการวิ่งส่งผลต่อการเดินและการเลี้ยวของหุ่นยนต์ การติดเซนเซอร์ไว้ไกลล้อหากยิ่งติดห่าง ยิ่งทำให้ล้อเลี้ยวเบนก่อนเมื่อเจอตรวจเส้นสีดำ หากติดชิดล้อเกินไป จะทำให้ การตามเส้นช้ากว่าเนื่องจาก ตรวจพบการเลี้ยวพร้อมกับตำแหน่งล้อ ในบางกรณี อาจสั่งล้อให้เลี้ยวได้ไม่ทัน D.เกิด เนื่องจากระยะห่างของเซนเซอร์หากมีการตั้งไว้ห่างล้อ จะเดินได้แม่นขึ้น และเลี้ยวเบนได้ในวงแคบ หากติดไว้ไกล้ล้อ ทำให้การเลี้ยวแม่นยำขึ้น

ข้อที่ 17

ข้อใดไม่ส่งผลต่อการอ่านค่าสีของหุ่นยนต์ 	A.ระยะห่างของวัตถุ
	B.เวลากลางวันกลางคืนและค่าของแสง
	C.ความเรียบความวาวของพื้นผิววัตถุ
	D.ไม่มีข้อถูก

ข้อที่ 18

หากติดตั้งล้อที่มีขนาดไม่เท่ากันจะส่งผลต่อการเดินอย่างไร ล้อขนาดใหญ่ ล้อขนาดเล็ก 	A.มีผลต่อการตั้งรอบล้อ หากรอบล้อไม่เท่ากันอาจทำให้การเดินเกิดการเอียงหรือเบนได้
	B.มีผลต่อการเดินเนื่องจาก การเดินอาจเป็นเส้นโค้งเพราะรอบล้อไม่เท่ากัน
	C.มีผลต่อการกะระยะเลี้ยว เนื่องจาก ขนาดล้อไม่เท่ากัน อาจทำให้การเบนเลี้ยวซ้าย ไม่เท่ากับการเบนเลี้ยวขวา
	D.ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 19

แท่งแกนเสียบที่เป็นโครงสร้างกากบาทเหมาะสมกับการใช้ชิ้นส่วนชนิดใดเป็นตัวยึดล็อคไม่ให้ขยับในตัวเลือกดังต่อไปนี้

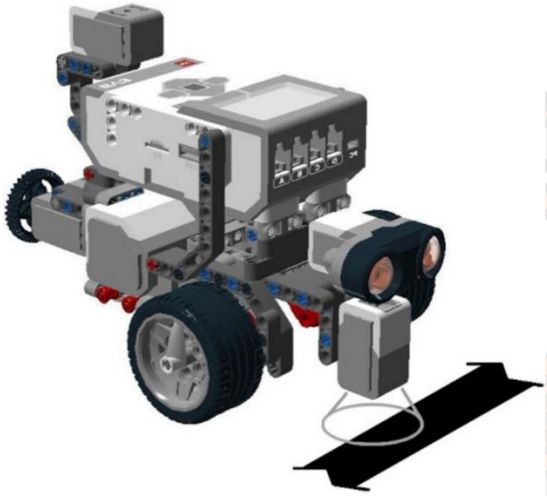
A.

B.

C.

D.

ข้อที่ 20

หากนักเรียนมีการซ้อมแข่งขันหุ่นยนต์ในช่วงกลางคืน ค่าแสงเป็นค่าหนึ่ง และในตอนแข่งขันจริง ค่าแสงเป็นค่าแสงจากช่วงกลางวันอีกค่าหนึ่ง นักเรียนควรแก้ปัญหาอย่างไร 	A.บันททึกค่าแสงที่วัดได้ลงไปในการเขียนโปรแกรม
	B.เปลี่ยนค่าแสงที่ตรงกับช่วงเวลาที่แข่งโดยค่าแสงที่นำมาเปลี่ยนเป็นค่าแสงที่บันทึกไว้แล้ว
	C.บันทึกค่าแสงในตอนกลางวันและกลางคืน แนะนำค่าแสงมาเปลี่ยนในการเขียนโปรแกรมครั้งถัดไป
	D.ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 21

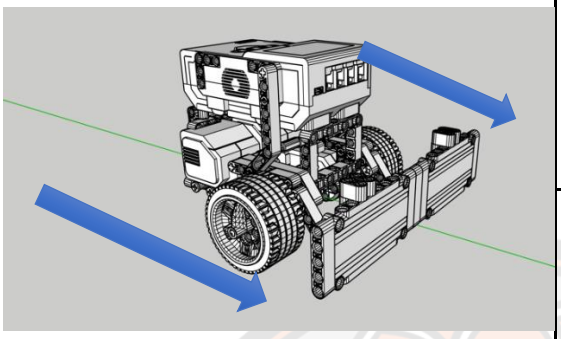
การติดตั้ง แกนล้อ ที่มีความห่างด้านซ้ายและด้านขวาที่ไม่เท่ากัน จะส่งผลอย่างไรในการเดินของหุ่นยนต์ 	A.ส่งผลในเรื่องของการเดินตรงของหุ่นยนต์
	B.ส่งผลในเรื่องของการเดินถอยหลังของหุ่นยนต์
	C.ส่งผลให้หุ่นยนต์อาจเดินไม่ตรงแล้วมีการกะระยะด้านซ้ายด้านขวาในการเขียนโปรแกรมที่ลำบากขึ้น ✓
	D.ส่งผลให้หุ่นยนต์เดินแม่นยำมากยิ่งขึ้นและมีการเลี้ยวเบนได้เที่ยงตรงทำให้เขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น

ข้อที่ 22

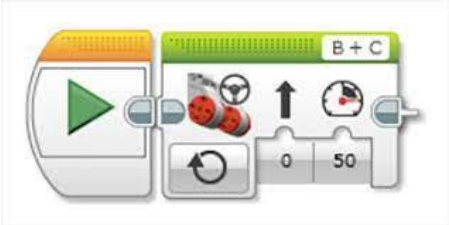
การทำให้หุ่นยนต์วิ่งเร็วขึ้น มีวิธีการอย่างไรบ้าง 	A.เร่งรอบมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น
	B.ใช้เฟืองที่มีขนาดใหญ่กว่าหมุนเฟืองที่มีขนาดเล็กกว่า
	C.เพิ่มขนาดล้อทำให้เส้นรอบวงมากขึ้นเพื่อเพิ่มระยะทาง
	D.ถูกทุกข้อที่กล่าวมา

ข้อที่ 23

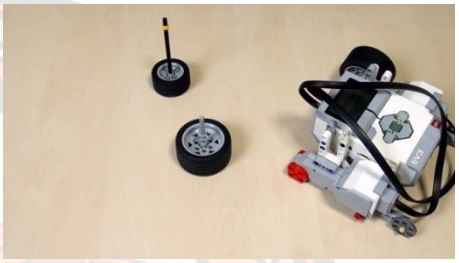
หากต้องการให้หุ่นยนต์มีความสามารถในการดันวัตถุขนาดใหญ่ควรเสริมสิ่งใดในตัวหุ่นยนต์



A.ปรับความเร็วมอเตอร์ให้มีความเร็วมากขึ้น



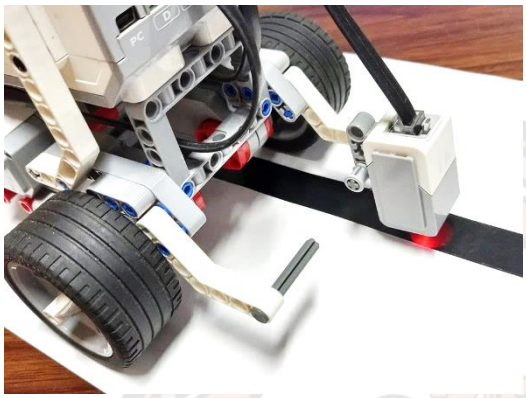
B.เพิ่มขนาดของล้อให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น



C.ใช้เฟืองทด ลดขนาดล้อ เพื่อเพิ่มแรงบิด

D.ปรับความสูงของตัวหุ่นให้มีความสูงที่มากขึ้น

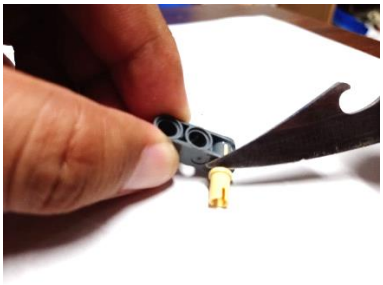
ข้อที่ 24

หากจำเป็นต้องใช้เซ็นเซอร์แสงในการเดินตามเส้นตัวเดียวสำหรับหุ่นยนต์ ข้อใด จะทำให้หุ่นยนต์ที่ เดินด้วยเซ็นเซอร์แสงตัวเดียว วิ่งได้เร็วขึ้น 	A เพิ่มความเร็วในคำสั่งหมุนมอเตอร์
	B ลดองศาการเลี้ยวเมื่อเบนของหุ่นยนต์เจอเส้นดำ
	C เพิ่มการตั้งค่ารับแสงให้รับสีโทนดำให้มากขึ้น
	D ถูกทั้งข้อ A และ B

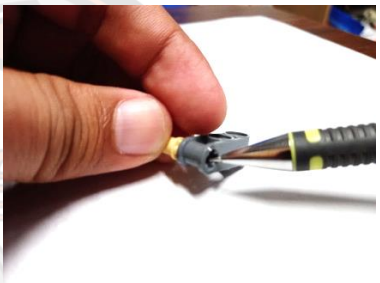
ข้อที่ 25

จากภาพ หากมีชิ้นส่วนล็อคแน่นติดกัน ไม่สามารถใช้มือดึงออกได้ ข้อใดคือวิธีการที่ถูกต้อง

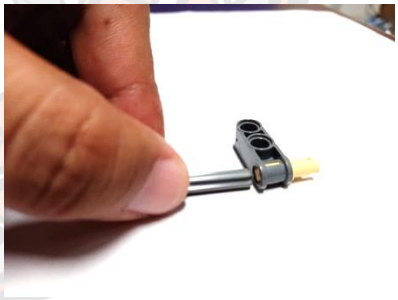
A ใช้มีดหรือของมีคมแกะชิ้นส่วนออก



Bใช้ปากกาหรือหัวดินสอดันออก

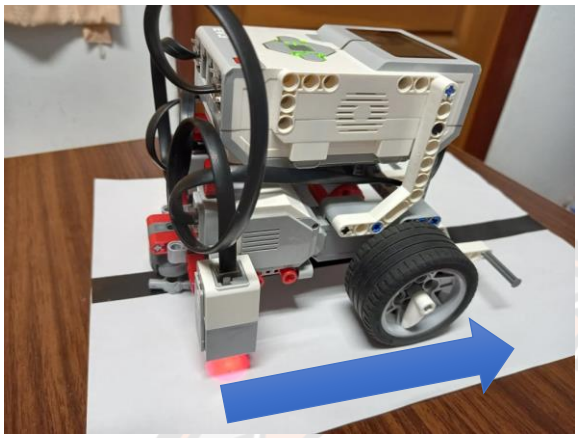
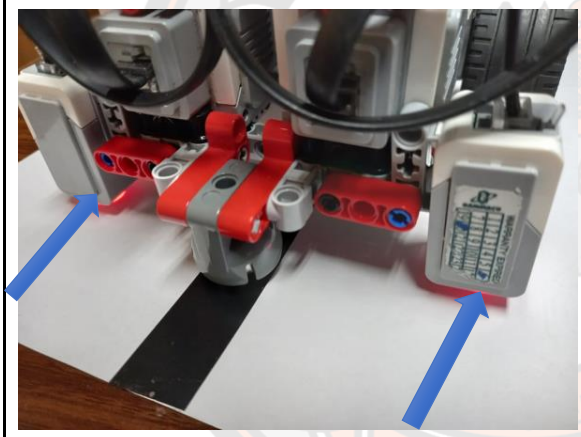


Cใช้ชิ้นส่วนแกนแท่งกากบาทที่มีรูปทรงเดียวกันดันชิ้นส่วนออก

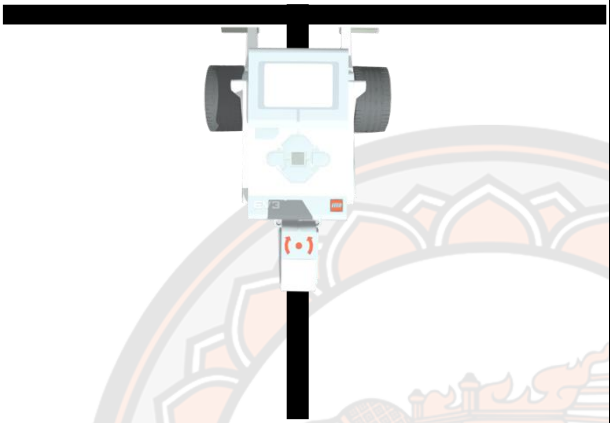


D ใช้เล็บจิกชิ้นส่วนออก

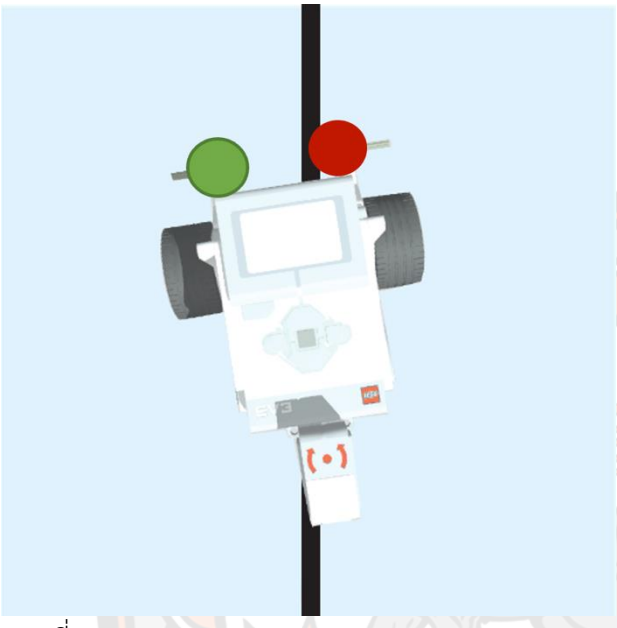
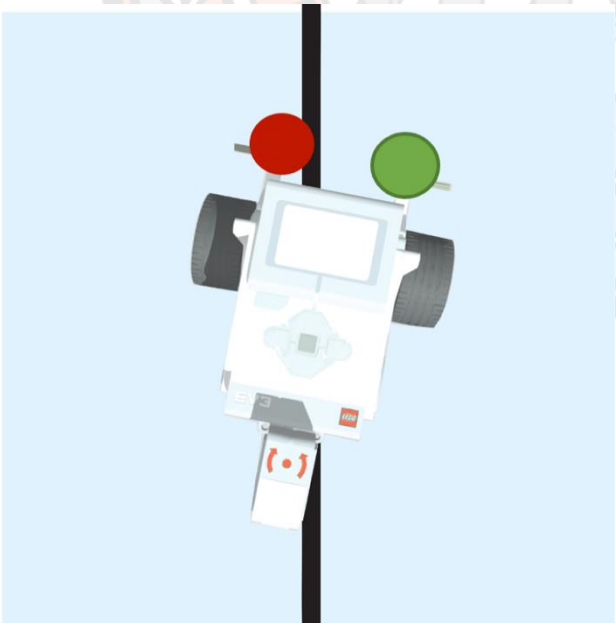
ข้อที่ 26

หากติดเซนเซอร์วัดแสงบริเวณด้านหลังของหุ่นยนต์ จะสามารถเดินตามเส้นดำได้หรือไม่  	A สามารถเดินได้เนื่องจากเซนเซอร์แสงยังทำงานปกติ
	B สามารถเดินตามเส้นได้ แต่อาจส่งผลต่อความผิดพลาดในการเดินเลี้ยว
	C ไม่สามารถเดินตามเส้นได้เนื่องจากตำแหน่งเซนเซอร์ไม่ได้อยู่ด้านหน้า
	D ไม่มีข้อใดถูก

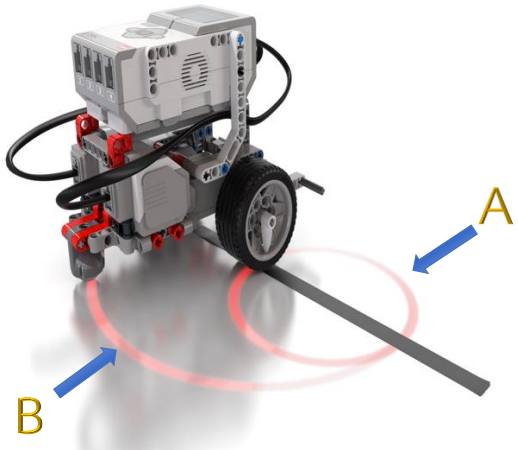
ข้อที่ 27

เราสามารถวางเงื่อนไขได้อย่างไรเมื่อเจอเส้นดำด้านหน้าที่เป็นจุดตัด 	A เมื่อค่าของล้ออยู่ในรอบที่กำหนด จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	B เมื่อเซนเซอร์แสงด้านซ้ายและด้านขวาเจอสีดำ เป็นตัวเช็ค จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	C เมื่อกำหนดค่าให้เซนเซอร์ทิศทางหันองศาของหุ่นยนต์ให้ตรงกับเงื่อนไข จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด
	D เมื่อใช้เซนเซอร์ระยะทางกำหนดความห่างของกำแพง จากนั้น เขียนคำสั่งเงื่อนไขตามที่กำหนด

ข้อที่ 28

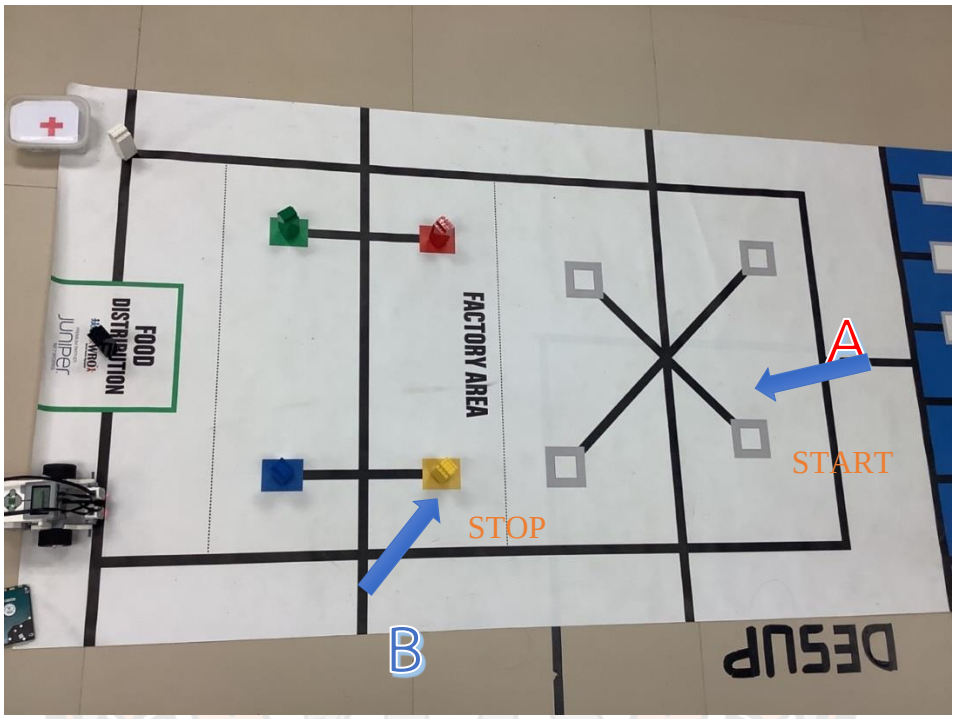
การทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้น ข้อใดวางลำดับการวางเงื่อนไขการเดินได้ถูกต้อง ภาพที่ 1  ภาพที่ 2 	A ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวาตรวจพบเส้นสีดำ ให้สั่งเดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบสีดำ ให้เลี้ยวซ้าย และหากเซนเซอร์แสดงทั้งสองตรวจพบสีขาวให้เลี้ยวขวา
	B หากเซนเซอร์แสงไม่ตรวจพบเส้นสีดำให้เดินตรง ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าตรวจพบสีดำทั้งซ้ายและขวา ให้เดินตรง ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงทั้งสอง เจอสีขาวทั้งสองตัว ให้หยุดการเดิน
	C ภาพที่ 1 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าขวามือเจอสีดำให้เลี้ยวซ้าย และ ภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านหน้าซ้ายเจอสีดำให้เลี้ยวขวา และหากเจอเส้นสีดำทั้ง 2 ฝั่งให้เดินไปข้างหน้า
	D ภาพที่ 1 เซนเซอร์แสงด้านขวาตรวจพบเส้นดำ สั่งให้เลี้ยวขวา และภาพที่ 2 หากเซนเซอร์แสงด้านซ้ายตรวจพบค่าแสงสีดำ ให้เลี้ยวซ้าย หากตรวจพบไม่เจอเส้นสีดำ สั่งให้หุ่นยนต์เดินตรง

ข้อที่ 29

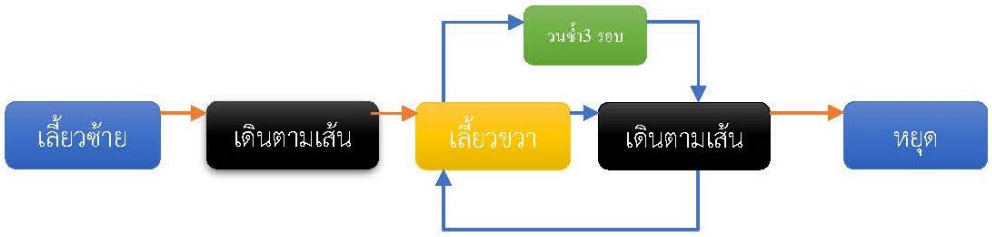
จากภาพ กรเลี้ยวที่ตำแหน่ง A และการเลี้ยวที่ตำแหน่ง B ต่างกันอย่างไร  	A วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนช้ากว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	B วงเลี้ยวในตำแหน่ง A เป็นการเลี้ยววงแคบเกิดจาก ล้อขวาหมุนเร็วกว่าล้อซ้าย และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง B ล้อซ้ายหยุดหมุน และล้อขวาหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	C วงเลี้ยวในตำแหน่ง B เป็นการเลี้ยววงกว้างเกิดจาก ล้อซ้ายหมุนช้ากว่าล้อขวา และ เส้นวงเลี้ยวในตำแหน่ง A ล้อขวาหยุดหมุน และล้อซ้ายหมุนข้างเดียวทำให้วงเลี้ยวกว้างกว่าตำแหน่ง A
	D ทั้งสองเส้นทาง เกิดจากการหมุนสวนทางกันของล้อ โดย เส้นวงเลี้ยว A วงเลี้ยวแคบ เกิดจากการหมุนของล้อทั้ง 2 อย่างรวดเร็ว และ เส้น B การหมุนของล้อทั้ง 2 หมุนช้ากว่าทำให้การตีวงเลี้ยวกว้างกว่า

ข้อที่ 30

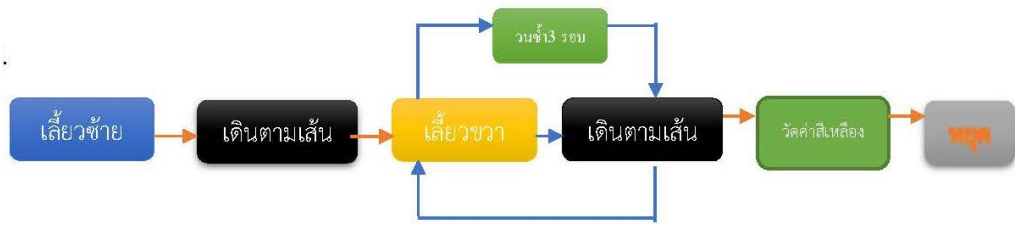
จากภาพต่อไปนี้ ข้อใดคือการวางลำดับที่ถูกร้องสำหรับการเดินจากจุด A ไปยัง จุด B ที่สั้นที่สุด



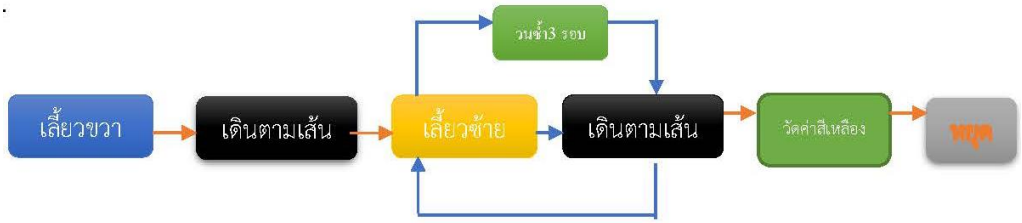
A



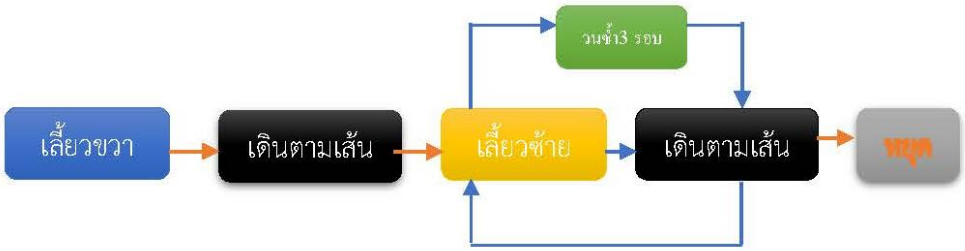
B



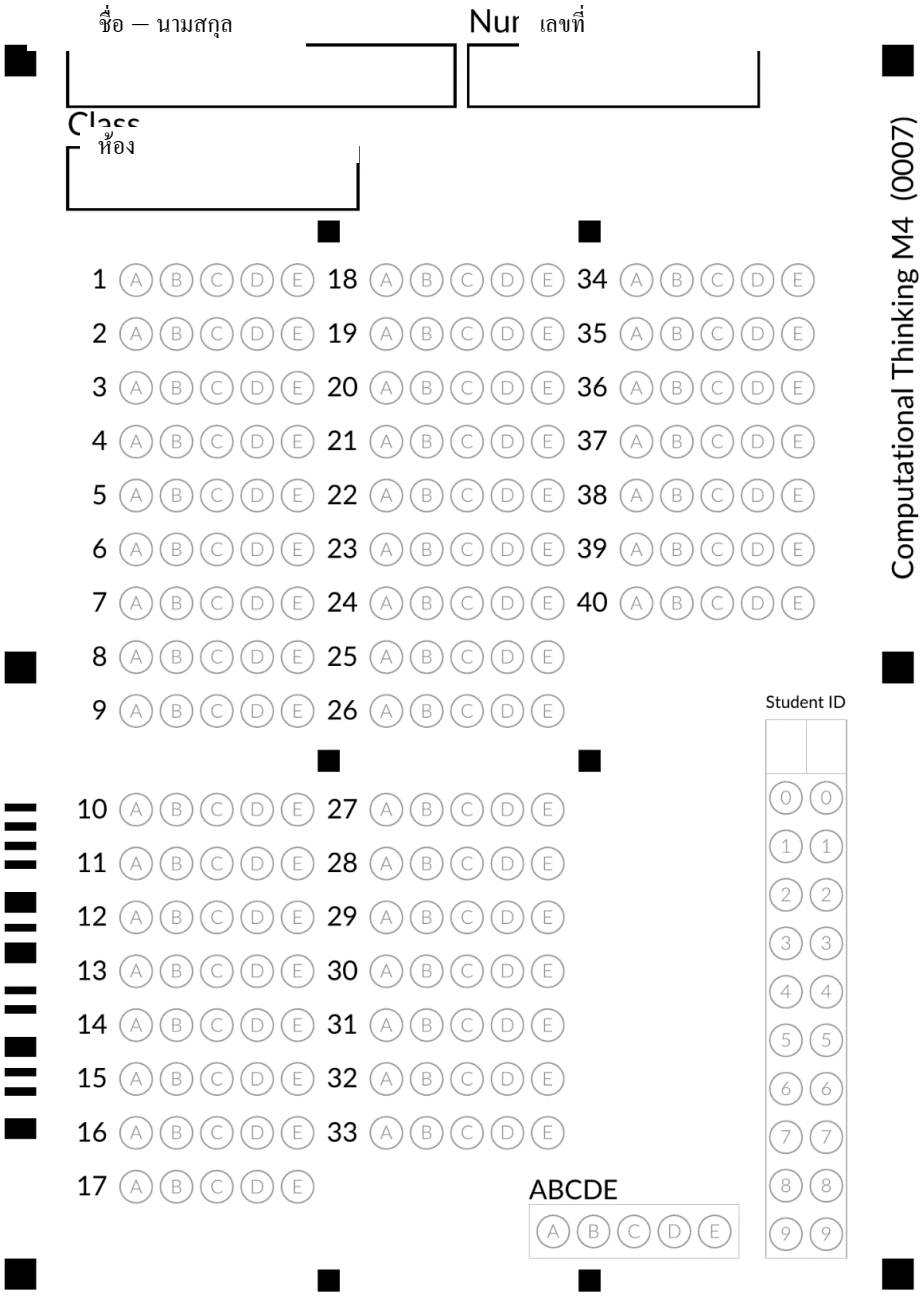
C .


วนซ้ำ3 รอบ
เลี้ยวขวา
เดินตามเส้น
เลี้ยวซ้าย
เดินตามเส้น
วัดค่าสีเหลือง
หยุด

D


วนซ้ำ3 รอบ
เลี้ยวขวา
เดินตามเส้น
เลี้ยวซ้าย
เดินตามเส้น
หยุด

กระดาษคำตอบรายวิชา วิทยาการคำนวณ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ภาคผนวก ฑ ตารางความยากง่ายอำนาจจำแนก ของข้อสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

ข้อที่	ความยากง่าย	อำนาจจำแนก	แปลผล
1	0.63	0.24	ใช้ได้
2	0.57	0.24	ใช้ได้
3	0.70	0.24	ใช้ได้
4	0.70	0.33	ใช้ได้
5	0.70	0.24	ใช้ได้
6	0.77	0.24	ใช้ได้
7	0.70	0.24	ใช้ได้
8	0.73	0.38	ใช้ได้
9	0.70	0.29	ใช้ได้
10	0.53	0.29	ใช้ได้
11	0.73	0.38	ใช้ได้
12	0.70	0.24	ใช้ได้
13	0.70	0.33	ใช้ได้
14	0.63	0.24	ใช้ได้
15	0.77	0.33	ใช้ได้
16	0.70	0.24	ใช้ได้
17	0.67	0.38	ใช้ได้
18	0.53	0.38	ใช้ได้
19	0.73	0.29	ใช้ได้
20	0.67	0.29	ใช้ได้
21	0.63	0.24	ใช้ได้
22	0.70	0.24	ใช้ได้
23	0.57	0.24	ใช้ได้
24	0.73	0.29	ใช้ได้
25	0.70	0.24	ใช้ได้
26	0.77	0.33	ใช้ได้
27	0.57	0.24	ใช้ได้
28	0.43	0.24	ใช้ได้
29	0.63	0.24	ใช้ได้
30	0.70	0.24	ใช้ได้

ภาคผนวก ฒ ตารางคะแนนสอบจากแบบทดสอบ ก่อนเรียน หลังเรียน

คะแนนสอบ ก่อนเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	รวม
คนที่																															
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	22
2	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	20
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	19
4	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	23
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	21
6	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	21
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	22
8	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	20
10	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	17
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	15
12	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	14
13	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	21
14	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	14
15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	20
16	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	20
17	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7
18	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	20
19	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	15
20	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
22	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	18
23	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	13
24	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17
25	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	18
26	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	16
27	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	10
28	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	18
29	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	9
30	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
																													คะแนนเฉลี่ย		16

คะแนนสอบ หลังเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	คะแนน
คนที่																															
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
2	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	27
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	26
4	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	26
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	25
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
8	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19
9	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	25
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	25
11	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	24
12	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	27
13	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
14	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	20
15	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30
17	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
18	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	28
19	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
20	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	9
21	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	9
22	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	24
23	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
24	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	29
26	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25
27	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	11
28	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24
29	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	9
30	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	11

คะแนนเฉลี่ย 22.36

ภาคผนวก ณ ผลการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการประเมินรูปแบบ จากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินรูปแบบมีค่า ($\bar{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)ของการประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีดังนี้

1. ความเหมาะสมด้านหลักการ	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1.1 ความชัดเจนของหลักการรูปแบบการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.44	มากที่สุด
1.2 ความสอดคล้องของหลักแนวคิดพื้นฐานและทฤษฎีที่นำมาพัฒนารูปแบบการเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.4	0.54	มาก
1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงคำที่สื่อสารเข้าใจง่าย	4	4	5	4	4	4.2	0.44	มาก
2.ความเหมาะสมด้านวัตถุประสงค์	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
2.1 วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มีความสอดคล้องกับหลักการ	5	5	4	5	4	4.6	0.54	มากที่สุด
2.2 วัตถุประสงค์ชัดเจนและสามารถทำให้เกิดประโยชน์กับตัวนักเรียนได้จริง	5	5	4	5	5	4.8	0.44	มากที่สุด
2.3 วัตถุประสงค์มีความเป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ	5	4	5	5	5	4.8	0.44	มากที่สุด
2.4 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงคำที่สื่อสารเข้าใจง่าย	5	5	5	4	4	4.6	0.54	มากที่สุด
3.ความเหมาะสมด้านเนื้อหา	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
3.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้	4	5	5	5	5	4.8	0.44	มากที่สุด
3.2 ขอบเขตของเนื้อหามีความเหมาะสมตามวัยของผู้เรียน	4	4	5	5	4	4.4	0.54	มาก
3.3 เนื้อหาที่นักเรียนได้รับเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมด้านการดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนตามที่กำหนดไว้ในรูปแบบการเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.8	0.44	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรูปแบบการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.6	0.54	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการ	5	4	4	4	4	4.2	0.44	มากที่สุด

จัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย								
4.4 ผลของการจัดกิจรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับผู้เรียน	5	5	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานหุ่นยนต์สามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้จริง	5	5	5	5	4	4.8	0.44	มากที่สุด
5. ความเหมาะสมด้านการวัดและประเมินผลรูปแบบ	คนที่1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
5.1 ความสอดคล้องด้านวัตถุประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.6	0.54	มากที่สุด
5.2 ความเหมาะสมด้านหลักเกณฑ์การประเมิน	4	5	4	4	5	4.4	0.54	มาก
5.3 ความชัดเจนและนำไปสู่การปฏิบัติได้	5	5	5	5	5	5	0	มากที่สุด