

การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT”

เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร

โดย

นางสาววราพร อัครโสภณชัย และคณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

สัญญาเลขที่ 6/2565

การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT”

เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร

โดย

นางสาววราพร อัครโสภณชัย และคณะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

ลิขสิทธิ์ของกองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

Project Code 6/2022

Development of Coding Learning Kit “Smart Programing Robot:
BUGBOT” to Enhance Systems Thinking Skill of Middle School Students
in Schools under the Secondary Educational Service Area Office 23,
Sakon Nakhon Province

By

Waraporn Atsawasoponchai et al.

Sakon Nakhon Rajabhat University

Supported Budget by Edtech Fund, Ministry of Education

Year 2022

Copyright of Edtech Fund, Ministry of Education

บทคัดย่อภาษาไทย

สัญญารับทุนเลขที่ : 6/2565
ชื่อโครงการ : การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรม
 อัจฉริยะ : BUGBOT” เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน
 ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา
 23 จังหวัดสกลนคร
ชื่อนักวิจัย : วราพร อัสวโสมชัยและคณะ, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
E-mail Address : waraporn.at@snru.ac.th
ระยะเวลาโครงการ : 20 กรกฎาคม 2564 – 16 มกราคม 2567

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง
 “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” (2) ทดลองนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนระดับ
 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร และ (3)
 ประเมินผลการใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ใน
 ชั้นเรียนจริง กลุ่มเป้าหมายคือ 1) ครูผู้สอนรายวิชา วิทยาการคำนวณ จำนวน 9 คน ใช้การสุ่มแบบ
 เจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินสื่อต้นแบบ แบบประเมินผลการอบรมครู วิเคราะห์
 ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา สถิติเชิงบรรยาย ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน
 มาตรฐาน และกลุ่มตัวอย่าง คือ 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จำนวน 416 คน
 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้เรียนแบบประเมินสมรรถนะผู้เรียน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ
 อนุมาน One sample t-test

ผลการศึกษา พบว่า

1) การประเมินชุดสื่อ 1) ด้านวัสดุ ได้แก่ ด้านความคงทน การใช้งานง่าย และความเหมาะสม
 ในการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ จากราคาต้นทุนในการผลิตต่อตัว 1,200-1,500 บาท พบว่ามี
 ราคาค่อนข้างแพง 2) ด้านการจัดวางองค์ประกอบภายในและภายนอก และ 3) ด้านความคิด
 สร้างสรรค์และการใช้งานจริง การประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

2) จากการอบรมครูใช้สื่อในชั้นเรียน หลังอบรม พบว่า พบว่า การอบรมตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 72.7 การอบรมตอบโจทย์ความต้องการของผู้เข้าอบรม ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6 การอบรมช่วยพัฒนาองค์ความรู้ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 90.9 องค์ความรู้สามารถนำไปต่อยอดได้ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6

3) หลังเรียนรู้ด้วยสื่อ BUGBOT พบว่า ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน 3 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดเชิงระบบ และความสามารถในการแก้ปัญหา มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05

คำสำคัญ : โค้ดดิ้ง, สื่อการเรียนรู้, การคิดเชิงระบบ, เขียนโปรแกรม

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

Abstract

Project Code : 6/2022

Project Title : Development of Coding Learning Kit “Smart Programming Robot: BUGBOT” to Enhance Systems Thinking Skill of Middle School Students in Schools under the Secondary Educational Service Area Office 23, Sakon Nakhon Province

Investigator : Waraporn Atsawasoponchai et al., Sakon Nakhon Rajabhat University

E-mail Address : waraporn.at@snru.ac.th

Project Period : 20 July 2021 – 16 January 2024

The research aims (1) to design and develop coding learning kit “Smart Programming Robot : BUGBOT” (2) to try out the coding learning kit in middle schools under the Secondary Educational Service Area 23, Sakon Nakhon Province and (3) to evaluate the quality of coding learning kit from implementing in classroom. The target group is 9 teachers/student teachers teaching computing science subject, working in schools under the Secondary Educational Service Area 23. The first target group was selected by purposive sampling. The research tools included a questionnaire for assessing the model of coding learning kit, a questionnaire for teacher training and a interview questions. The data were analyzed by content analysis and descriptive statistics such as percentage, mean and S.D. The second sampling group was 416 middle school and high school students, selected by purposive sampling. The research tool was a performance assessment form, and the data were analyzed by inferential statistics, one sample t-test.

The findings showed that 1) the assessment of the coding learning kit “BUGBOT” revealed that the material is durable, easy and suitable to use, and the design outside and inside were suitable and creative; 2) For teacher training, it showed the training covered the required contents at the highest level (72.7%), responded to teachers’ needs at the highest level (63.6%), increased knowledge at the highest level

(90.9%) and helped apply knowledge into practice at a high level (63.6%); and 3) When compared the students' systematic thinking skills before and after learning with BUGBOT, it indicated that the students improved the thinking skills than before learning at a statistical significance .05. The thinking skills above included 3 aspects, first, the ability to communicate, second, the ability to think systematically and third, the ability to solve problem.

Keywords : Coding, Learning Materials, Systems Thinking Skill, Programming

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
บทที่ 1 ความเป็นมาของโครงการ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 กลุ่มเป้าหมาย/ขอบเขตการศึกษา	2
1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและผลลัพธ์ที่ได้.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทักษะวิทยาการคำนวณ.....	5
2.2 ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการ	6
2.3 การคิดเชิงระบบ	8
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	10
บทที่ 4 ผลการวิจัย	15
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และขอเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	51
ภาคผนวก ก	52
ภาคผนวก ข	56
ภาคผนวก ค	69

บทที่ 1

ความเป็นมาของโครงการ

1.1 หลักการและเหตุผล

จากการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับโลก (Global Megatrends) ที่ครอบคลุมถึงการเปลี่ยนแปลงสำคัญในหลายมิติ โดยเฉพาะมิติความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่กล่าวว่า ปัจจุบันโลกเข้าสู่ยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เป็นยุคแห่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการพัฒนานวัตกรรม เน้นบูรณาการระหว่างศาสตร์พื้นฐานกับศาสตร์เทคโนโลยีเพื่อการผลิต และสร้างนวัตกรรม เช่น การใช้นาโนเทคโนโลยีและวัสดุสมัยใหม่ในการสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจของภาคการผลิต รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการศึกษา ซึ่งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนี้ ผู้ที่มีศักยภาพในการต่อยอดและนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้จะอยู่รอดท่ามกลางความเปลี่ยนแปลง ในขณะที่ผู้ที่ไม่สามารถปรับตัวได้ทันต่อความเปลี่ยนแปลง อาจต้องเผชิญความเสี่ยงในหลายด้าน อาทิเช่น การเข้าสู่ตลาดแรงงานในอนาคต ความสามารถในการแข่งขันทางธุรกิจ เป็นต้น (ร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13, 2564) ดังนั้น การพัฒนาคนให้มีทักษะด้านเทคโนโลยีและทักษะการคิดเชิงระบบ เป็นการวางรากฐานเตรียมกำลังคนเพื่อสร้าง ผลิต และพัฒนานวัตกรรมอันจะตอบโจทย์ความต้องการตามแนวโน้มเศรษฐกิจโลกในอนาคต

ทักษะการคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมเป็นหนึ่งในทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ ทั้งนี้ต้องอาศัยกระบวนการและเวลาในการบ่มเพาะ เริ่มตั้งแต่การมีสื่อการเรียนรู้ที่ดี วิธีการสอนของครู และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน การผลิตสื่อที่ตอบโจทย์ทักษะดังกล่าว เป็นส่วนสำคัญช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะดังกล่าวได้

สื่อเทคโนโลยีโค้ดดิ้งเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking Skill) เป็นชุดเครื่องมือช่วยฝึกการแก้ปัญหาเป็นระบบผ่านการมองอย่างเชื่อมโยง ตั้งแต่การวางแผนการทำงาน การมองหลายมิติผ่านเป้าหมาย บริบท พฤติกรรมของระบบแบบเชื่อมโยง เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกและความเข้าใจในมุมใหม่ จนนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ชุดสื่อประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงกิจกรรมที่ฝึกการวางแผนและการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากการสำรวจพบว่า สื่อเทคโนโลยีที่สามารถใช้พัฒนาทักษะเป้าหมายได้ เป็นสื่อนำเข้าจากต่างประเทศ มีราคาค่อนข้างสูง หาซื้อยากในพื้นที่ต่างจังหวัด ดังนั้น จึงได้ริเริ่มแนวคิดการผลิตสื่อเทคโนโลยีเพื่อตอบโจทย์การเรียนรู้โค้ดดิ้งเองด้วยวัสดุที่ราคาถูก หาง่าย มีประสิทธิภาพ และสามารถตอบโจทย์การเรียนรู้ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการซื้อสื่อ รวมถึงเป็นการเปิดโอกาสให้ครู ผู้เรียน เข้าถึงสื่อการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น จนส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะของผู้เรียนได้ ทั้งนี้ การออกแบบและพัฒนา นวัตกรรมสื่อเทคโนโลยีและดิจิทัล “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” มีเป้าหมายเพื่อ

พัฒนาคู่มือการสร้างนวัตกรรมสื่อ ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โค้ดดิ้งอย่างสร้างสรรค์ และพัฒนาสื่อต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ ตอบโจทย์การพัฒนาทักษะเทคโนโลยีและทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียน ให้ครูมีสื่อต้นแบบพร้อมใช้ และครูสามารถนำองค์ความรู้ไปต่อยอดในการผลิตสื่อด้วยตนเองจากวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก จนมีสื่อพร้อมใช้สำหรับการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในโรงเรียนของตนได้

โครงการวิจัย การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมสื่อเทคโนโลยีและดิจิทัล “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” เป็นการพัฒนาคู่มือการสร้างสื่อและพัฒนาสื่อต้นแบบเพื่อนำร่องใช้ใน 9 โรงเรียนแรกสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร และเป็นโรงเรียนกลุ่มภาคีเครือข่ายในเขตพื้นที่บริการของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ทั้งนี้ มีแนวทางการขยายผล ดังนี้

- (1) ขยายผลไปยังพื้นที่อื่นๆ ได้แก่ โรงเรียนอื่นๆ สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 (สพฐ.) โรงเรียนสังกัดองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา เป็นต้น
- (2) หลังสิ้นสุดโครงการ นำผลการศึกษามาจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อเสนอต่อสำนักงานศึกษาธิการจังหวัดสำหรับพิจารณาให้เกิดเป็นนโยบายการศึกษาของจังหวัด

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT”

1.2.2 เพื่อทดลองนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร

1.2.3 เพื่อประเมินผลการใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ในชั้นเรียนจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน

1.3 กลุ่มเป้าหมาย/ขอบเขตการศึกษา

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย 1: ตัวแทนครูจากโรงเรียนนำร่อง 9 แห่งสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร จำนวน 9 คน สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีการเลือกกลุ่มเป้าหมายแบบกำหนดโควตา (Quota selection) จากโรงเรียนละ 1 คน

กลุ่มเป้าหมาย 2: นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.1 - ม.3) อายุระหว่าง 12-16 ปี ศึกษาอยู่โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร มีการเลือกกลุ่มเป้าหมายด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) จำนวนโดยประมาณ 438 คน จาก 9 โรงเรียนนำร่อง

พื้นที่ดำเนินงาน (ขอบเขตการศึกษา)

พื้นที่ดำเนินงาน จังหวัดสกลนคร

สถานที่ดำเนินงาน 9 โรงเรียนนาร่อง สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร มีดังนี้

โรงเรียน	ที่ตั้ง
โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา	271 ถนนไธ ที่ ๒ ตำบลจั่วด่อน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร (พื้นที่พัฒนาและทดลองสื่อก่อนนำไปใช้จริง)
โรงเรียนธรรมบวรวิทยา	244 หมู่ 6 ตำบลคำบ่อ อำเภวาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนดงมะไฟวิทยา	1175 หมู่ 13 ตำบลขมิ้น อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนดำนม่วงคำพิทยาคม	239 หมู่ 1 บ้านดำนม่วงคำ ตำบลดำนม่วงคำ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนโพธิพิทยาคม	79 หมู่ 7 ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอโพธิ์นาแก จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนมัธยมวารินवास	400 หมู่ 4 ตำบลวานรवास อำเภอมารวาส จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนพรณาวุฒาจารย์	430 หมู่ 2 บ้านพรณา ถนนพรณา-อากาศ ตำบลพรณา อำเภอพรณานิคม จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนโพธิงามศึกษา	50 หมู่ 8 ตำบลโพธิงาม อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร
โรงเรียนพังโคนวิทยาคม	344 หมู่ 8 ตำบลไฮหย่อง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย



1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและผลลัพธ์ที่ได้

1.5.1 คู่มือกระบวนการผลิตนวัตกรรมชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” จำนวน 1 เล่ม

1.5.2 นวัตกรรมต้นแบบชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” จำนวน 100 ชุด

1.5.3 คู่มือการใช้นวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยี “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” จำนวน 100 ชุด

1.5.4 นักเรียนเกิดทักษะการคิดเชิงระบบจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโค้ดดิ้ง ด้วยสื่อการสอน “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ: BUGBOT” ไม่น้อยกว่า 400 คน จาก 9 โรงเรียนนาร่อง สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร (ประเมินจากแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน)

1.5.5 แผนการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งต้นแบบ (best practice) สำหรับโรงเรียนอื่นๆ ในกลุ่มภาคีเครือข่ายนำไปเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนโค้ดดิ้ง อย่างน้อย 1 แผน

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทักษะวิทยาการคำนวณ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะการคิดเชิงคำนวณ มีองค์ประกอบดังนี้

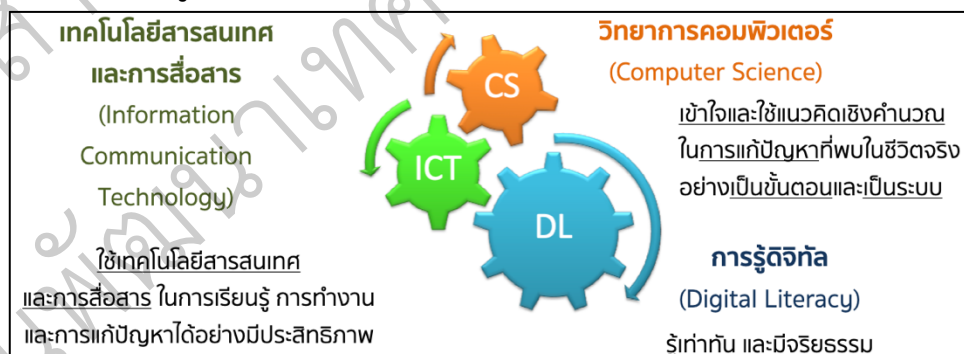
- การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหาย่อย (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหา/งาน/ส่วนประกอบ ออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น

- การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern Recognition) การพิจารณารูปแบบ แนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหา/ข้อมูล โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อย ว่ามีส่วนใดเหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาเดียวกันได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

- การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ

- การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

สาระการเรียนรู้เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)



เป้าหมายของหลักสูตร

1. เพื่อใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ
2. เพื่อให้มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำเสนอสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา

3. เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง การทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เพื่อประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม

4. เพื่อใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม

ทั้งนี้ การสอนโค้ดดิ้งอยู่ในส่วนของวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) เป็นการเสริมทักษะคิดเชิงระบบ คิดเป็นขั้นตอน และเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบรรจุอยู่ในหลักสูตรแกนกลาง กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.2 ทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการ

ซิกมันด์ ฟรอยด์ (Sigmund Freud) ให้ความสำคัญต่อประสบการณ์ในวัยเด็กของบุคคลซึ่งจะมีผลต่อบุคลิกภาพเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ฟรอยด์ กล่าวว่า ชีวิตของบุคคลวัยเด็กเป็นวัยที่สำคัญที่สุดของชีวิตของมนุษย์ การจัดการตอบสนองและให้ประสบการณ์ที่ดีต่อความต้องการทางร่างกาย จะทำให้เด็กพัฒนาไปตามขั้นตอนอย่างสมบูรณ์ จากทฤษฎีจิตวิเคราะห์ (Freud's Psychoanalytic Theory) ฟรอยด์แบ่งลักษณะจิตใจของบุคคลเป็น 3 ส่วน คือ อิด (Id) อีโก้ (Ego) และ ซุปเปอร์อีโก้ (Superego)

อิด (Id) เป็นเสมือนแรงจูงใจหรือความอยากที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่เป็นความต้องการของร่างกาย ตามความพอใจของตนอย่างเดียว โดยไม่คำนึงถึงค่านิยมหรือมาตรฐานของสังคม

อีโก้ (Ego) เป็นส่วนของจิตที่รู้สำนึก รู้จักกล่อมเกลาจิตใจให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แท้จริง ยังรู้จักเลือกและควบคุมความปรารถนาต่าง ๆ โดยคำนึงถึงความเป็นจริง

ซุปเปอร์อีโก้ (Superego) คือ จิตที่ถูกการขัดเกลา มีมโนธรรมและศีลธรรม มีวิจารณ์ญาณและความรู้สึกผิดชอบ

ฟรอยด์เห็นว่าเด็กในระยะปฐมวัยมีความสำคัญ หากเด็กได้รับการตอบสนองตัวอย่างถูกต้องตามขั้นของพัฒนาการ จะช่วยให้เด็กสามารถพัฒนาตนเองไปอย่างดี และพัฒนาในขั้นที่สูงขึ้นไปได้ ฟรอยด์เชื่อว่าพฤติกรรมเป็นแรงกระตุ้นของจิตได้สำนึก บุคคลที่เป็นโรคจิตประสาทเกิดจากการที่สัญชาติญาณถูกกดไว้ ดังนั้นการเลี้ยงดูเด็กจึงต้องเข้าใจลักษณะพัฒนาการของเด็กแต่ละวัยเปิดโอกาสให้เด็กได้พัฒนา ไปตามขีดความสามารถและเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออก (Free Expression) เพื่อให้สัญชาติญาณที่เก็บกด ไขมีทางออก การบังคับเด็กให้ทำในสิ่งที่ยังไม่ถึงขั้นพัฒนาการจะทำให้เกิดความเครียด แต่การตอบสนองด้วย การเข้าใจและให้ความรักเมตตาต่อเด็ก จะช่วยให้เด็กผ่านขั้นพัฒนาการแต่ละขั้นไปด้วยดี นอกจากนี้ ฟรอยด์ กล่าวถึงเรื่องกฎของความพอใจ ฟรอยด์เชื่อว่ามนุษย์ทุกคนต้องการความสุขความยินดี และหลีกเลี่ยงความทุกข์หรือความเจ็บปวด มนุษย์เรียนรู้โดยการให้รางวัลและการทำโทษ ฟรอยด์จึงมีความเชื่อเกี่ยวกับการเรียนรู้ดังนี้ 1. การ

เรียนรู้ของเด็กแต่ละระดับอายุจะแตกต่างกัน 2. ขั้นพัฒนาการมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ถ้าเด็กมีพฤติกรรมที่เป็นลักษณะของขั้นใดขั้นหนึ่ง ยึดเยื้ออยู่นานกว่าปกติเด็กจะมีปัญหาในการเรียนรู้สิ่งที่อยู่ขึ้นไป 3. ขั้นแฝงเป็นระยะที่พร้อมจะสนใจสิ่งแวดล้อมต่างๆ และเป็นระยะที่พร้อมจะเข้าเรียน 4. การเรียนรู้ได้รับอิทธิพลจากบ้านและโรงเรียน โดยเฉพาะการเรียนรู้ทางสังคม เด็กอาจเกิดการเลียนแบบจากตัวแบบในสภาพแวดล้อมที่อยู่

ฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ผู้พัฒนาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Piaget's Cognitive Development Theory) เพียเจต์ได้ศึกษาพัฒนาการทางปัญญาของเด็กเป็นขั้น ๆ ตามลำดับอายุ โดยอธิบายพฤติกรรม ของมนุษย์เฉพาะด้านความคิดความเข้าใจ เพียเจต์พบว่าเด็กคิดและเข้าใจสิ่งต่าง ๆ แตกต่างจากผู้ใหญ่ สำหรับเด็กปฐมวัย ช่วงอายุ 2-7 ปี พัฒนาการอยู่ในขั้นความคิดก่อนเกิดปฏิบัติการ (Preoperational Stage) เป็นขั้นที่เด็กเริ่มเรียนรู้ภาษาพูด เข้าใจเครื่องหมาย ทำทางที่สื่อความหมาย เด็กอาศัยการรับรู้ ยังไม่สามารถหาเหตุผลอ้างอิงได้ ในขั้นนี้ สามารถแบ่งขั้นพัฒนาการเป็นขั้นย่อยๆ ได้ 2 ขั้น คือ *ขั้นก่อนเกิดความคิดรวบยอด* เป็นขั้นที่เด็กชอบสำรวจ หากเด็กมีประสบการณ์มาก เด็กจะยังมีคำถามสำรวจสิ่งต่างๆมากขึ้น เด็กจะสนใจว่าเหตุการณ์ต่างๆทำไมเกิดขึ้น เกิดอย่างไร มีการเลียนแบบพฤติกรรมคนรอบข้าง เริ่มใช้ภาษาและเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ และ*ขั้นการคิดแบบใช้ญาณหยั่งรู้* เป็นขั้นที่การคิดของเด็กขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ จึงเห็นได้ว่า เด็กมีการตัดสินใจเปลี่ยนไปมา ยังไม่เข้าใจว่า สิ่งของหนึ่งจะมีปริมาณเท่ากับอีกสิ่งหนึ่ง ทว่าเด็กในวัยนี้ จะเข้าใจจำนวน เข้าใจเรื่องความคงที่ คือ เข้าใจว่าสิ่งของมีรูปแบบเดิม ไม่เปลี่ยนแปลง คิดย้อนกลับไม่ได้ ในช่วงวัยนี้ เด็กจะยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง มีการเลียนแบบพฤติกรรม และแสดงออกพฤติกรรมตามตัวแบบที่ใกล้ชิด

เจอโรม บรูเนอร์ (Jerome Bruner) เชื่อว่าพัฒนาการทางความคิด ความเข้าใจ จะต้องเกิดจากสิ่งต่อไปนี้

1. การให้เด็กทำสิ่งต่าง ๆ อย่างอิสระมากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาทางปัญญาในขณะที่เด็กรู้ภาษา ก็รู้จักเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ทำให้รู้ว่าการตอบสนองใดจะได้รับความพึงพอใจ
2. การเรียนสัญลักษณ์ที่ใช้แทนสิ่งต่าง ๆ เด็กจะสะสมความรู้ไว้และสามารถทำนาย คาดคะเน สิ่งใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นได้
3. พัฒนาการทางความคิด คือความสามารถที่จะสื่อสารให้คนอื่นและตนเองได้รู้ถึงสิ่งที่ตนกำลังทำโดยใช้คำต่าง ๆ หรือสัญลักษณ์สามารถอธิบายการกระทำในอดีตและปัจจุบันได้
4. ผู้สอนและผู้เรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีระบบ ดังนั้น พ่อแม่ ผู้ปกครอง ครูหรือสมาชิกคนอื่น ๆ ในสังคมจะต้องสอนเด็ก ตลอดจนต้องนำเอาวัฒนธรรมต่าง ๆ มาตีความและให้เด็กมีส่วนร่วม

5. ภาษาเป็นกุญแจของการพัฒนาด้านความคิด กล่าวคือ เด็กใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย ทำให้เข้าใจตนเองและสิ่งต่าง ๆ ใช้สื่อความคิดของตนไปสู่คนอื่น เมื่อโตขึ้นก็ใช้ภาษาเพื่อคิดเชื่อมโยงเหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้สามารถเชื่อมโยงเหตุการณ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล และเชื่อมโยงสิ่งใหม่เข้ากับสิ่งที่คล้ายกัน

6. การพัฒนาทางความคิด สังเกตได้จากการมีความสามารถเลือกทำกิจกรรมและเลือกที่จะสนใจเหตุการณ์ได้เมื่อมีทางเลือกมาพร้อม ๆ กัน

บรูเนอร์ได้เน้นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมที่มีผลต่อพัฒนาการทางสติปัญญา เช่นเดียวกับ เพียเจต์โดยได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) และการสอนพื้นฐานวิชาการต่าง ๆ ให้กับเด็กเท่าที่เด็กจะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยการเน้นการจัดสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นการเรียนรู้ของเด็ก

2.3 การคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบมีรากฐานมาจากทฤษฎีระบบทั่วไป (General System Theory) โดย ลูทวิช วอน เบร์ทาแลนซ์ฟี (Ludwig Von Bertalanffy) ศาสตราจารย์ด้านชีววิทยา ชาวออสเตรีย เขียนหนังสือชื่อว่า General System Theory กล่าวถึงการมองโลกแบบองค์รวม และการให้ความสำคัญกับองค์ประกอบต่างๆ ว่ามีความเกี่ยวข้องกัน แนวคิดน่าสนใจจึงได้รับการต่อยอดไปใช้ในศาสตร์อื่นๆ ในทางการศึกษาได้ใช้ ทฤษฎีระบบ (System Theory) ในลักษณะเป็นสหวิทยาการ (Interdisciplinary) (Neuliep, 1996; Hoban, 2010)

การสอนแบบการคิดเชิงระบบ ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการคิดเชิงระบบของผู้เรียน เป็นการคิดเชิงเปรียบเทียบเสมือนการมองลงไปจากมุมสูงของนก (Bird's-eye view) จะทำให้มองเห็นส่วนต่างๆ ที่อยู่ข้างใน มีการตัดสินใจก่อนลงมือทำ เนื่องจากทุกการตัดสินใจอาจเกิดผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ไปด้วย (จิตมณฑล และคณะ, 2560)

ลักษณะการคิดเชิงระบบ

1. การคิดแบบองค์รวม (holistic) หรือเป็นภาพรวมทั้งหมด (wholeness) มีการคิดเชื่อมโยงในรูปของความสัมพันธ์เชิงเครือข่าย (Networks) ที่ปฏิสัมพันธ์เชิงเครือข่ายที่มีปฏิสัมพันธ์กัน
2. การคิดที่สัมพันธ์กับการมองบริบท (context) เป็นการคิดที่ให้ความสำคัญกับสัมพันธ์ภาพระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อมของระบบ
3. การคิดเป็นลำดับชั้น (hierarchy) ระบบหนึ่งๆ อาจจะมาจากระบบย่อยๆ หลายระบบที่ประกอบกันขึ้นมา และระบบย่อยก็มีความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบย่อย ซึ่งในแต่ละลำดับชั้นของระบบย่อยต่างมีความสัมพันธ์เชิงเครือข่ายด้วย

4. คิดแบบมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน (interaction) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบย่อยและระบบใหญ่มีความสัมพันธ์กัน หากเกิดการเปลี่ยนแปลงก็จะกระทบร่วมกันไปด้วย

5. คิดแบบวงจรป้อนกลับ (feedback-loops) เป็นส่วนสำคัญของระบบ โดยการป้อนกลับเป็นการคิดในลักษณะเป็นวง (loop) มากกว่าเป็นเส้นตรง หากมีการเปลี่ยนแปลงส่วนใดส่วนหนึ่งในระบบจะส่งผลกระทบหรือเกิดผลต่อส่วนอื่น และเมื่อเวลาผ่านไปผลที่เกิดขึ้นอาจจะส่งผลย้อนกลับมาเป็นจุดเริ่มต้นก็ได้

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

วิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีขั้นตอนการดำเนินงาน จำนวน 4 ขั้นตอน

รายงานความก้าวหน้าในงวดงานที่ 2 ผู้วิจัยได้เน้น **วัตถุประสงค์ที่ 1** ออกแบบและพัฒนา นวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. วิเคราะห์บริบทการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดของนักเรียน และลักษณะสื่อการสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิด
2. สำรวจสื่อการสอนโค้ดดิ้งในตลาดที่ตอบโจทย์การเรียนรู้
3. ระดมแนวคิดจากทีมผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตสื่อเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ด้านจิตวิทยาการศึกษาและพัฒนารเด็ก ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 5 ท่าน เพื่อหาแนวทางการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีสำหรับการสอนโค้ดดิ้ง
4. ผลิตและพัฒนา สื่อจากการวางแผน ในขั้นตอนที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง BUGBOT พร้อมด้วยแผนที่เดินหุ่นยนต์ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

การเก็บข้อมูลวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนที่พัฒนาทักษะการคิดของนักเรียน และหลักสูตรหรือเนื้อหาการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด
2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการผลิตสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้งที่ส่งเสริมทักษะการคิดในบริบทต่างๆ
3. เก็บข้อมูลจากการสนทนากลุ่ม (Focus group) และ แบบประเมินชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้งจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบประเมินสื่อสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแยกตัวแปรที่ศึกษาเพื่อนำมาหาร้อยละ (Percentage) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

รายงานความก้าวหน้าในงวดงานที่ 3 ผู้วิจัยได้เน้น **วัตถุประสงค์ที่ 2** อบรมเชิงปฏิบัติการให้ครูนำนวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. อบรมเชิงปฏิบัติการครู จาก 9 โรงเรียนนำร่อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา สกลนคร
 - 1.1 ลงพื้นที่สังเกตบริบทโรงเรียน พร้อมนำสื่อไปให้คุณครู
 - 1.2 สาธิตวิธีการใช้สื่อรายบุคคล ปรับตามทักษะและประสบการณ์การใช้สื่อ Coding ของคุณครู
 - 1.3 สนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อทราบปัญหาการใช้งานสื่อ
 - 1.4 อบรมกลุ่ม (เพิ่มเติม) เพื่อเสริมทักษะการใช้สื่อตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง หลังจากสนทนากลุ่ม
 - 1.5 ประเมินผลการอบรมครู
2. ทดลองใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนทดลอง
 - 2.1 ทดลองใช้สื่อในชั้นเรียน
 - 2.2 ประเมินผลสื่อ BUGBOT ที่ครูนำใช้สอนโค้ดดิ้งในชั้นเรียน จากบันทึกหลังสอนและการสนทนากลุ่ม (focus group)

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษา

การอบรมเชิงปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ครูสอนวิชาวิทยาการคำนวณ จำนวน 9 คน จาก 9 โรงเรียนนำร่อง ได้แก่ โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา โรงเรียนธรรมบวรวิทยา โรงเรียนดงมะวิทยุ โรงเรียนด่านม่วงคำพิทยาคม โรงเรียนโพธิพิทยาคม โรงเรียนพังโคนวิทยาคม โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส โรงเรียนพรรณนาวุฒาจารย์ และโรงเรียนโพธิงามศึกษา เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามคุณสมบัติ ดังนี้

1. มีสถานะเป็นครูหรือนักศึกษาฝึกสอน สอนหรือฝึกสอนในโรงเรียนเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร
2. กำลังศึกษา/มีวุฒิการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา หรือสาขาที่เกี่ยวข้องกับทางคอมพิวเตอร์
3. มีประสบการณ์สอนในรายวิชาวิทยาการคำนวณระดับชั้นมัธยมศึกษา

การทดลองใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนทดลอง

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 40 คน จากโรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา เลือกกลุ่มตัวอย่างเจาะจง (Purposive sampling) มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นนักเรียนในชั้นเรียนของครูกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการอบรมจากโครงการ
2. สนใจเรียนการเขียนโปรแกรมด้วยสื่อการเรียนรู้ BUGBOT

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบบันทึกการสัมภาษณ์สำหรับผู้เข้าอบรม ประกอบด้วยประเด็น 3 ประเด็น ดังนี้ 1) บริบทการสอนโค้ดดิ้งในโรงเรียน 2) สื่อการสอนโค้ดดิ้งที่นำมาใช้จัดการสอนในชั้นเรียน 3) ลักษณะผู้เรียน และ 4) ประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับครูกลุ่มตัวอย่างจาก 9 โรงเรียนนาร่อง
2. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม ประกอบด้วย 5 ประเด็น ดังนี้ 1) เนื้อหาการอบรม 2) ระยะเวลาการอบรม 3) รูปแบบการอบรม 4) การนำองค์ความรู้ไปต่อยอด 5) วิทยากร

การเก็บข้อมูลวิจัย

1. เก็บข้อมูลจากบันทึกการสัมภาษณ์ผู้เข้าอบรม หลังจากการอบรมครั้งที่ 1 เสร็จสิ้น
2. เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจจากผู้เข้าอบรม หลังจากการอบรมครั้งที่ 2 เสร็จสิ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบบันทึกการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วย การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)
2. แบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยแยกตัวแปรที่ศึกษาเพื่อนำมาหาค่าร้อยละ (Percentage) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

รายงานความก้าวหน้าในงวดงานที่ 4 ผู้วิจัยได้เน้น **วัตถุประสงค์ที่ 3** ประเมินผลการใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ในชั้นเรียนจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1. ครูออกแบบแผนการสอนโค้ดดิ้งด้วยสื่อการสอน BUGBOT
2. ครูนำสื่อไปใช้ในชั้นเรียนจริง ในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 9 โรงเรียน
3. ประเมินผลการใช้สื่อ BUGBOT ในชั้นเรียนของครู จากการสนทนากลุ่ม (focus group)
4. วัดและประเมินผลผู้เรียนด้านทักษะการคิดเชิงระบบด้วยแบบประเมินก่อน-หลังเรียน (rating scale)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย จำนวน 400 คน จาก 9 โรงเรียนนำร่อง ได้แก่ โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา โรงเรียนธรรมบวรวิทยา โรงเรียนดงมะวิทยา โรงเรียนด้านม่วงคำพิทยาคม โรงเรียนโนนพิทยาคม โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส โรงเรียนพรรณนาวุฒาจารย์ และโรงเรียนโนนงามศึกษา เลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามคุณสมบัติ ดังนี้

1. เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น หรือ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สังกัดโรงเรียน สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (focus group) สำหรับครูประเมินการใช้สื่อสอนชั้นเรียนจริง ประกอบด้วยประเด็น 1. พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน 2. ขั้นตอนการสอน 3. ระดับทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่เกิดจากการใช้สื่อ BUGBOT (การประเมินภาพรวม) 4. ปัญหาและอุปสรรคการนำสื่อไปใช้ในชั้นเรียน

2. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ประเมินก่อนและหลังเรียน (rating scale) ประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นย่อย 1.1 ความสามารถในการรับ-ส่งสาร 1.2 การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสม 1.3 การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้อง 2) ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วยประเด็นย่อย 2.1 ความสามารถในการคิดรอบด้าน 2.2 ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้น 2.3 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3.1 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล 3.2 การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา 3.3 การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา

การเก็บข้อมูลวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังนี้

1. ครูประเมินผลหลังสอน โดยเข้าร่วมประชุมแบบสนทนากลุ่ม (focus group) ทางออนไลน์ มีจุดประสงค์ให้ครูประเมินสื่อ BUGBOT หลังใช้สอนในชั้นเรียน รวมทั้งประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน (ภาพรวม)
2. ครูประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียน (รายกลุ่ม) ด้วยแบบประเมินสมรรถนะการคิดเชิงระบบผู้เรียน (ก่อนเรียน-หลังเรียน)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (Focus group) ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)
2. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติอนุมาน One sample t-test

สำนักงานเลขาธิการ
กองทุนพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา

บทที่ 4

ผลการวิจัย

วิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์ 1) ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” 2) อบรมเชิงปฏิบัติการให้ครูนำนวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และ 3) ประเมินผลการใช้นวัตกรรมชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ในชั้นเรียนจริง

จุดประสงค์ที่ 1 การออกแบบและพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

- 1) การออกแบบและพัฒนาชุดสื่อ
- 2) ผลการประเมินชุดสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

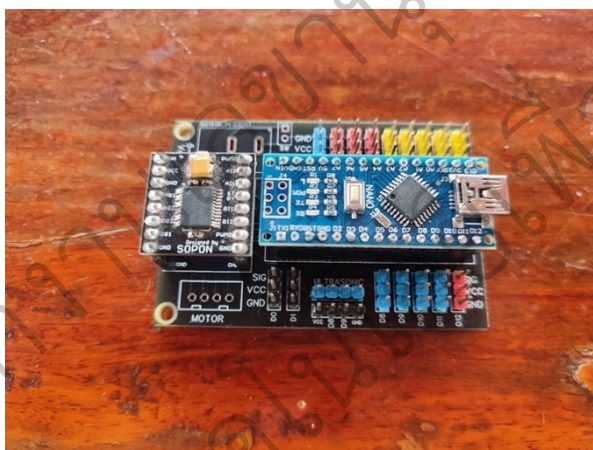
ส่วนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาชุดสื่อ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: การเลือก Micro Controller

Micro Controller	เหตุผล
1. Microbit	เป็นการเรียนรู้ทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยไม่ต้องเขียนโค้ด เป็นการเขียนโปรแกรม Block Programming ง่ายต่อการใช้งาน
2. Kidbright	เป็นการเรียนรู้ทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยไม่ต้องเขียนโค้ด เป็นการเขียนโปรแกรม Block Programming ง่ายต่อการใช้งาน
3. Arduino Nano	มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพสูง สามารถเขียนโค้ดตามความต้องการได้ และสามารถเขียนโค้ดสำหรับการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง ราคา 190-300 บาท
4. Arduino UNO-R3	มีขนาดใหญ่กว่า Arduino Nano ประสิทธิภาพสูง สามารถเขียนโค้ดตามความต้องการได้ และสามารถเขียนโค้ดสำหรับการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง ราคา 220-450 บาท

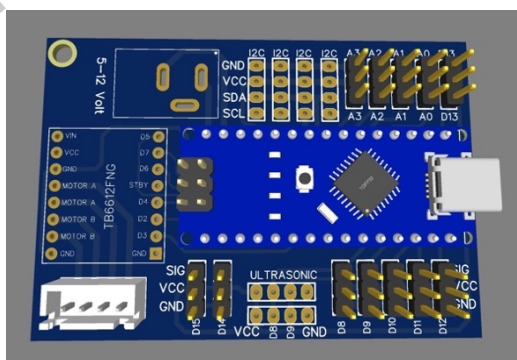
จากการพิจารณาองค์ประกอบต่างๆ พบว่า Micro Controller ของ Arduino ตอบโจทย์การใช้งานมากที่สุด ผู้เรียนสามารถเริ่มต้นการเขียนโค้ดด้วยตนเองได้ จัดการเรียนรู้แบบ Project-based โดยผู้สามารถใช้สื่อเพื่อฝึกทักษะการเขียนโค้ดเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ ตลอดจนสามารถออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เช่น การออกแบบสวิตช์เปิด-ปิด ไปอัตโนมัติ เครื่องวัดอุณหภูมิห้อง เป็นต้น

เมื่อพิจารณา Arduino ที่พบตามท้องตลาด พบว่า Arduino Nano มีขนาดเล็ก ราคาประหยัด สามารถหาซื้อได้ตามท้องตลาด ใช้งานได้ดี เหมาะกับการผลิตสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่ต้องการออกแบบสื่อที่มีขนาดเล็ก ง่ายต่อการเปรียบเทียบกับ Arduino UNO-R3 ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานใกล้เคียงกัน เพียงแต่มีขนาดใหญ่กว่า และมีราคาสูงกว่า ดังนั้น จึงเลือกใช้ Arduino Nano ในการผลิตสื่อ BUGBOT ซึ่งตอบโจทย์การผลิตสื่อที่ราคาถูก ง่าย ต่อจุดประสงค์การเรียนรู้



ภาพที่ 1 Arduino Nano

เมื่อนำมาทดลอง พบว่า Arduino Nano มีข้อเสียอุปกรณ์ไม่เพียงพอ ทำให้ต้องมีการออกแบบเพื่อสั่งทำบอร์ดขยายขา (Shield) มาติดตั้งเพิ่ม



ภาพที่ 2 ภาพ Sketch ของบอร์ดขยายขา



ภาพที่ 3 ตัวแบบจริงบอร์ดขยายขา

สรุปการประเมินสื่อจากผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและแผงวงจร

1. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 จากสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

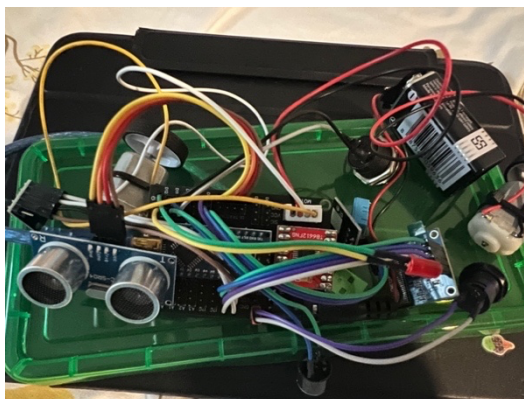
“การเลือกใช้ Micro Controller : Arduino Nano เหมาะสมกับการใช้งานและการออกแบบที่ครอบงายนอก ซึ่งต้องการให้เล็ก กะทัดรัด การออกแบบตัวบอร์ดขยายขาดี เป็นการเพิ่มขาสำหรับเสียบอุปกรณ์ (Censors) เพิ่มได้ ทั้งนี้ ควรคำนึงถึงความสิ้นเปลืองในการผลิตส่วนนี้ จำกัดตัว Censors ให้เหลือเพียง 2-3 ตัว จะทำให้ BUGBOT น้ำหนักเบาลง เมื่อตัวสื่อเคลื่อนไหว ทำให้ประหยัดแบตเตอรี่มากขึ้น และลดปัญหาการทำงานหนักของมอเตอร์ หากต้องการเพิ่มอุปกรณ์ในภายหลังก็สามารถทำได้ สื่อตัวนี้เป็นตัวเริ่มต้นเท่านั้น มีข้อเสนอแนะให้ลดจำนวน Censors ลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งาน”

2. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 จากสาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

“การออกแบบ Shield สาขาทำเองได้ด้วยต้นทุนราคาถูกสำหรับสื่อต้นแบบ เสนอแนะให้นักศึกษาหรือเจ้าหน้าที่สาขาช่วยตัดให้ได้ ขอให้ออกแบบว่าต้องการแบบใด หากต้องการผลิตจำนวนมากส่งโรงงานเป็นทางเลือกที่ดี งานออกมาเรียบร้อยและลดภาระงานอื่นๆไปด้วย ในส่วนของ Shield ไม่จำเป็นต้องทำขาเยอะ เอาเท่าที่พอใช้งาน จะช่วยประหยัดพื้นที่ภายในได้”

ขั้นตอนที่ 2 : การทดสอบ Micro Controller

BUGBOT Micro Controller	ผลการทดสอบ
Arduino Nano + Extra Shield + Censors (ตัววัดอุณหภูมิ, ไฟ, ลำโพง, ปุ่มเปิด-ปิด, ตัววัดแสง)	สามารถใช้งานได้



ภาพที่ 4 ตัว BUGBOT

สรุปการประเมินสื่อจากผู้เชี่ยวชาญด้านไฟฟ้าและแผงวงจร

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 นักวิชาการปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

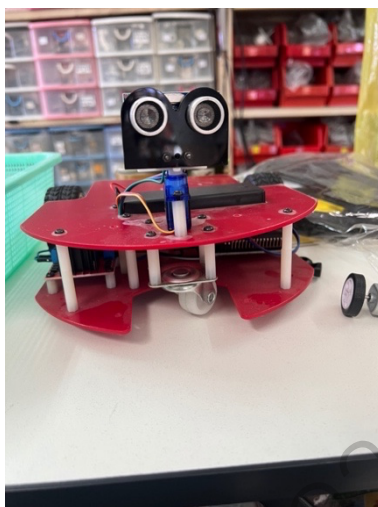
“อุปกรณ์หลายตัว ทำให้บัดกรีหลายจุดตามไปด้วย อาจลดอุปกรณ์บางตัวลง การทดสอบตัว BUGBOT ทุกตัวก่อนประกอบช่วยลดปัญหาการรื้อซ่อมได้เยอะ ต้องแยกชิ้นส่วนใส่กล่องหรือถุงซิปล็อคไว้เพื่อป้องกันการเสียหาย เพราะมีอุปกรณ์หลายชิ้น”

ขั้นที่ 3 : การเลือกวัสดุ

จากการสำรวจตลาด พบว่า องค์กรประกอบภายใน Coding Robot มีหลายหลายรูปแบบ โดยฟังก์ชันการใช้งานแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ Coding Robot ที่ขายในประเทศไทยเป็นสินค้านำเข้า มีราคาแพง ตั้งแต่ 2,000-5,000บาท ขึ้นไป ส่วนสื่อโค้ดดิ้งที่พบตามท้องตลาด มีราคาประมาณ 900-1,200 บาท มีรูปทรงขนาดใหญ่ แต่สามารถตอบโจทย์การเรียนรู้ได้

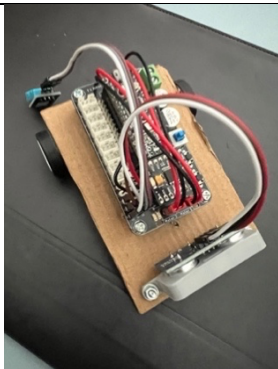


ภาพที่ 5 ตัวอย่างสื่อที่พบตามท้องตลาด 1



ภาพที่ 6 ตัวอย่างสื่อที่พบตามห้องตลาด 2

ทั้งนี้ ทางผู้วิจัยได้ทดลองวัสดุที่แตกต่างกัน ดังนี้

วัสดุ	ภาพตัวอย่าง	ผลสรุป
1. Laser Cut		- รูปทรงไม่สามารถออกแบบให้ตรงตามคอนเซ็ปของสื่อ BUGBOT - เมื่อติดอุปกรณ์การต่างๆ มีลักษณะเทอะทะ ไม่คล่องตัว เวลาบอทวี้ง - ต้องจัดทำชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วน - วัสดุมีราคาถูก หาง่าย
2. กระดาษลัง		- ไม่มีความคงทน อาจใช้งานได้ไม่นาน - ประหยัด ทำง่าย ไม่มีค่าใช้จ่าย

วัสดุ	ภาพตัวอย่าง	ผลสรุป
3. พลาสติก 3D Printing		- ใช้งานได้ดี วัสดุคงทน - รูปทรงสวยงาม สามารถออกแบบตามคอนเซ็ปของงานได้ - ลงสีได้หลากหลาย - เมื่อใช้งานกับตัวบอท สามารถประกอบได้ง่าย - มีราคาแพง - ใช้ระยะเวลานานในการผลิต 1 ตัว ประมาณ 20 ชั่วโมง
4. พลาสติก หล่อโมล		- เบา คงทน - สามารถใส่สีสีนได้หลากหลาย - ระยะเวลากการผลิตเร็ว - รูปทรงสวยงาม สามารถออกแบบตามคอนเซ็ปของงานได้ - ผลิตต่อชิ้นได้ในราคาถูก - ต้องสั่งทำโมล ซึ่งมีราคาแพง ประมาณ 100,000 บาทขึ้นไป
5. พลาสติก หล่อบล๊อค ทำมือ		- ใช้งานได้ดี วัสดุคงทน - รูปทรงสวยงาม สามารถออกแบบตามคอนเซ็ปของงานได้ - ลงสีได้หลากหลาย - วัสดุแข็ง คงทน - ระยะในการผลิต 2-3 ชั่วโมงต่อตัว

วัสดุ	ภาพตัวอย่าง	ผลสรุป
		- ค่าทำบล็อค 20,000-40,000 บาท - เนื่องจากผลิตมือ ทำให้ขนาดและรูปทรงไม่เสถียร – วัสดุแข็ง ทำให้ยากต่อการประกอบภายใน - ผลิตต่อชิ้นมีราคาแพง

ทั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วัสดุที่เป็น พลาสติก หล่อบล็อค ทำมือ เนื่องจากตอบโจทย์การใช้งานมากที่สุด ในงบประมาณที่สมเหตุสมผล

5. ประเมินสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

“สามารถใช้การปรี้น 3D แทนได้หรือไม่ หรือเปลี่ยเปลี่ยนแบบไม่มีที่ครอบก็ได้ หากต้องการประหยัดงบประมาณ เนื่องจากการทำบล็อค หรือทำโมเดลต้นทุนสูง หากเป็นตัวต้นแบบลองใช้วิธี Paper mache ก็เป็นทางเลือกที่ดีหรือออกแบบโครงไว้ให้ผู้เรียนทำเองได้ วัสดุพลาสติกจากการหล่อบล็อค ทำมือไม่ค่อยยืดหยุ่นเหมือนปรี้น 3D ลองดูการใช้งาน สื่อวิ่งได้ดีไหม ปัญหาที่เจอคือ เวลาประกอบไม่สามารถไขน็อตได้ทั้งหมด เนื่องจากเป็นวัสดุที่แข็ง ลองใช้กาวติดเคลือบดู นอกจากนี้ หากต้องการประหยัดต้นทุน ลองหาซื้อของเล่นแล้วมาแกะภายในออก แยกชิ้นส่วน ประกอบใหม่ ใส่ตัวบอทของเราจะเป็นไปได้ไหม”

2. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

นักวิชาการปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

“เนื่องจากเป็นบล็อค ทำมือ แต่ละตัวจึงมีมาตรฐานไม่เหมือนกัน แต่คิดว่าหนานกว่าทุกวัสดุที่เสนอมาแล้ว ทั้งนี้ ตัวโมเดลที่ปรี้นด้วย 3D ผิวจะไม่ค่อยเรียบ แต่วัสดุที่เราเลือกใช้ สีสวย ออกแบบตามใจได้ ตรงคอนเซ็ปต์ ดีเรื่องสีสัน และรูปร่างตัวบอท ให้ลองดูว่าจะประกอบอย่างไร ให้คงทนถาวรภายใน แต่ภายนอกสวยงามแล้ว และเป็นสื่อที่ออกแบบเอง ไม่ซ้ำใคร ป้องกันเรื่องการก๊อปปี้เรื่องลิขสิทธิ์ต่างๆ”

3. ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

สาขาวิชาการสอนปฐมวัย คณะครุศาสตร์

“เป็นสื่อสร้างสรรค์ รูปทรง สี สันได้ ดึงดูดความสนใจของเด็ก โดยเฉพาะเด็กประถม ถ้าออกแบบกิจกรรมให้ง่าย เด็กระดับนี้ก็น่าจะสนใจเรียนรู้ด้วย การใช้งาน ภายนอก เข้าใจง่ายดี ไม่แน่ใจภายในว่าผู้เรียนรู้เรื่องแผงวงจรขนาดไหน อาจจะต้องสอนตรงนี้เบื้องต้นด้วย”

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินชุดสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

สำหรับการประเมินการผลิตต้นแบบชุดสื่อ หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT ผู้วิจัยได้ทำการประเมินทั้งหมด 3 ด้าน ได้แก่ ด้านวัสดุ ด้านการจัดวางองค์ประกอบภายในและภายนอก และด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีผลการประเมินดังนี้

เกณฑ์คะแนน

คะแนน 0 – 0.99 หมายถึงหุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT เหมาะใช้ในการเรียนการสอนน้อยที่สุด

คะแนน 1.00 – 1.99 หมายถึงหุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT เหมาะใช้ในการเรียนการสอนน้อย

คะแนน 2.00 – 2.99 หมายถึงหุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT เหมาะใช้ในการเรียนการสอนปานกลาง

คะแนน 3.00 – 3.99 หมายถึงหุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT เหมาะใช้ในการเรียนการสอนดี

คะแนน 4.00 – 5.00 หมายถึงหุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT เหมาะใช้ในการเรียนการสอนดีมาก

ข้อ	รายการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)	แปลผล
1) ด้านวัสดุ				
1.1	ความคงทน	4.60	0.55	ดีมาก
1.2	ราคาถูก	2.80	0.84	น้อย
1.3	ใช้งานง่าย	4.20	0.84	ดีมาก
1.4	เหมาะสมกับการใช้งาน	4.60	0.55	ดีมาก
2) ด้านการจัดวางองค์ประกอบภายในและภายนอก				
2.1	ปุ่ม	5.00	0.00	ดีมาก
2.2	ลักษณะ	4.40	0.89	ดีมาก

ข้อ	รายการพิจารณา	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D)	แปลผล
2.3	สี	5.00	0.00	ดีมาก
2.4	รูปทรง	4.20	0.84	ดีมาก
3) ด้านความคิดสร้างสรรค์				
3.1	ความแปลกใหม่	5.00	0.00	ดีมาก
3.2	สามารถตอบโจทย์การเรียนรู้ได้	5.00	0.00	ดีมาก

จากตารางการประเมิน พบว่า 1) ด้านวัสดุ ได้แก่ ด้านความคงทน การใช้งานง่าย และความเหมาะสมในการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ จากราคาต้นทุนในการผลิตต่อตัว 1,200-1,500 บาท พบว่ามีราคาค่อนข้างแพง 2) ด้านการจัดวางองค์ประกอบภายในและภายนอก และ 3) ด้านความคิดสร้างสรรค์และการใช้งานจริง การประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

จุดประสงค์ที่ 2 อบรมเชิงปฏิบัติการให้ครูนำนวัตกรรมชุดสื่อเทคโนโลยีการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

- 1) ผลการใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนทดลอง ได้แก่ โรงเรียนสกลพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร
- 2) ผลการอบรมครูใช้สื่อ BUGBOT และการออกแบบแผนการสอน

ส่วนที่ 1 ผลการอบรมครูใช้สื่อ BUGBOT เพื่อการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

การอบรมเชิงปฏิบัติการครู จาก 9 โรงเรียนนำร่อง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

1.1 ลงพื้นที่สังเกตบริบทโรงเรียน พร้อมนำสื่อไปให้คุณครู

จากการลงพื้นที่สำรวจโรงเรียนและสัมภาษณ์ครูกลุ่มเป้าหมาย พบว่า บริบทการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณและโค้ดดิ้งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

โรงเรียน	บริบทการสอนวิทยาการคำนวณ
1. โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา (พื้นที่พัฒนาและทดลองสื่อก่อนนำใช้จริง)	มีครูที่มีทักษะการสอนวิทยาการคำนวณในทุกระดับชั้น และมีสื่อการสอนที่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับชั้น มีห้องแล็บคอมพิวเตอร์สำหรับสอนวิชานี้โดยเฉพาะ นักเรียน

โรงเรียน	บริบทการสอนวิทยาการคำนวณ
	มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เนื่องจากได้รับการปูพื้นฐานมาอย่างดี ทำให้เข้าใจบทเรียนได้เร็ว และสามารถทำตามแบบฝึกหัดในชั้นเรียนได้
2. โรงเรียนธรรมบวรวิทยา	ไม่มีครูที่มีทักษะการสอนด้านวิทยาการคำนวณ โดยเฉพาะการสอนเขียนโค้ด ทั้งนี้มีวิชาวิทยาการคำนวณให้นักศึกษาฝึกสอน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชา นักศึกษาฝึกสอนมีทักษะเบื้องต้นในการเขียนโค้ดทางโรงเรียนไม่มีสื่อการสอน เช่น Arduino, Microbit และ Kidbright ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ดเลย และไม่มีแรงจูงใจในการเรียนวิชาดังกล่าว
3. โรงเรียนดงมะไฟวิทยา	นักเรียนมีทักษะพื้นฐานในการเขียนโค้ดจำกัด มีครูที่มีองค์ความรู้และสามารถสอนนักเรียนแต่ละระดับชั้นให้มีทักษะได้ ทั้งนี้ โรงเรียนมีสื่อการสอนโค้ดดิ้งจำนวนจำกัด ไม่เพียงพอต่อจำนวนนักเรียน ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างล่าช้า คาดว่าต้องปูพื้นฐานใหม่ตั้งแต่ต้น
4. โรงเรียนด่านม่วงคำพิทยาคม	ไม่มีบุคลากรสอนวิชาวิทยาการคำนวณ ไม่มีสื่อการเรียนรู้เพื่งเปิดสอนวิชาดังกล่าวได้เพียง 1 ภาคการศึกษา นักเรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ดมาก่อน วิชาวิทยาการคำนวณให้นักศึกษาฝึกสอน จากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชา
5. โรงเรียนโพธิพิทยาคม	นักเรียนมีความพร้อมในด้านสื่อการเรียนรู้ มีทักษะการเขียนโค้ด และพร้อมที่จะเรียนรู้ มีบุคลากรสอนวิชาวิทยาการคำนวณเพียงพอ นักเรียนได้รับรางวัลศิลปะหัตถกรรมด้านการออกแบบ (Graphic Design) ซึ่งมีคุณครูเป็นผู้ฝึกทักษะให้ มีห้องแลปคอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนอย่างเพียงพอ และเปิดให้บริการทั้งในเวลาเรียนและหลังเลิกเรียน ทั้งนี้คุณครูสนับสนุนให้นักเรียนมีทักษะการเขียนโค้ด และหาสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ทั้งสื่อและบุคลากรมาฝึกทักษะให้นักเรียนสำหรับการแข่งขันศิลปะหัตถกรรมในปีถัดไป

โรงเรียน	บริบทการสอนวิทยาการคำนวณ
6. โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส	โรงเรียนมีชมรมการเขียนโปรแกรมหุ่นยนต์ มีสื่อการสอนวิชาวิทยาการคำนวณเพียงพอ และมีบุคลากรที่มีทักษะเชี่ยวชาญ มีองค์ความรู้ในการประกอบหุ่นยนต์ และสามารถฝึกทักษะนักเรียนให้สามารถแข่งขันในเวทีต่างๆได้
7. โรงเรียนพรหมานุเคราะห์	มีนักศึกษาฝึกสอนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชาวิทยาการคำนวณ ทางโรงเรียนไม่มีสื่อการสอน นักเรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ด
8. โรงเรียนโพนงามศึกษา	มีบุคลากรครูที่มีทักษะการเขียนโค้ด (เพิ่งได้รับการบรรจุใหม่) สามารถสอนวิชาวิทยาการคำนวณได้ทุกระดับชั้น มีห้องแล็ปคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ไม่มีสื่อการสอน ได้แก่ Arduino, Microbit หรือ Kidbright นักเรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ด แต่มีทักษะคอมพิวเตอร์อื่นๆ
9. โรงเรียนพังโคนวิทยาคม	มีบุคลากรครู (ครูอัตราจ้างและครูบรรจุใหม่) ที่มีความรู้และทักษะการเขียนโค้ด รับผิดชอบสอนวิชาวิทยาการคำนวณ ทั้งนี้ไม่มีสื่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ด

1.2 สาธิตวิธีการใช้สื่อรายบุคคล ปรับตามทักษะและประสบการณ์การใช้สื่อ Coding ของคุณครู

โรงเรียน	ผลการสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT
1. โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา (พื้นที่พัฒนาและทดลองสื่อก่อนนำใช้จริง)	ครูมีทักษะเชี่ยวชาญด้านการเขียนโค้ดและการซ่อมและประกอบตัวบอท สามารถแกะประกอบและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ได้ การสาธิตการใช้สื่อเป็นไปอย่างรวดเร็ว ด้วยครูมีพื้นฐานดีและสนใจศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งยังเป็นที่ปรึกษาให้กับกลุ่มผู้สอนด้านการแกะประกอบและการซ่อมแซมบอท
2. โรงเรียนธรรมบวรวิทยา	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น การสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT ครูเข้าใจสามารถเข้าใจได้ประมาณร้อยละ 70 ต้องมีผู้ให้คำปรึกษาในใช้งาน ทั้งนี้ไม่มีทักษะในการแกะ

โรงเรียน	ผลการสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT
	ประกอบ ไม่รู้จักอุปกรณ์ภายใน เมื่อบอทมีปัญหาไม่สามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้
3. โรงเรียนดงมะไฟวิทยา	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น การสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT ครูเข้าใจสามารถเข้าใจได้ประมาณร้อยละ 70 ต้องมีผู้ให้คำปรึกษาในใช้งาน ทั้งนี้ไม่มีทักษะในการแกะประกอบ ไม่รู้จักอุปกรณ์ภายใน เมื่อบอทมีปัญหาไม่สามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้
4. โรงเรียนด่านม่วงคำพิทยาคม	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น การสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT ครูเข้าใจสามารถเข้าใจได้ประมาณร้อยละ 60 ต้องมีผู้ให้คำปรึกษาในใช้งาน ทั้งนี้ไม่มีทักษะในการแกะประกอบ ไม่รู้จักอุปกรณ์ภายใน เมื่อบอทมีปัญหาไม่สามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้
5. โรงเรียนโพธิ์พิทยาคม	ครูมีทักษะเชี่ยวชาญด้านการเขียนโค้ด สามารถเข้าใจการใช้ BUGBOT ได้อย่างรวดเร็ว สามารถแกะประกอบตัวบอทได้ เบื้องต้น มีความตั้งใจและสนใจในการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายในบอท เมื่อบอทมีปัญหาสามารถหาข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง
6. โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น การสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT ครูเข้าใจสามารถเข้าใจได้ประมาณร้อยละ 70 ทั้งนี้มีชมรมด้านการประกอบหุ่นยนต์เพื่อการแข่งขันของโรงเรียน มีบุคลากรที่เชี่ยวชาญอยู่ในโรงเรียน เมื่อบอทมีปัญหาสามารถขอความช่วยเหลือจากบุคลากรในโรงเรียนได้
7. โรงเรียนพรหมานุจารย์	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น การสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT ครูเข้าใจสามารถเข้าใจได้ประมาณร้อยละ 60 ต้องมีผู้ให้คำปรึกษาในใช้งาน ทั้งนี้ไม่มีทักษะในการแกะประกอบ ไม่รู้จักอุปกรณ์ภายใน เมื่อบอทมีปัญหาไม่สามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้
8. โรงเรียนโพธิ์งามศึกษา	ครูมีทักษะเชี่ยวชาญด้านการเขียนโค้ด การสาธิตการใช้สื่อ เป็นไปอย่างรวดเร็ว ด้วยครูมีพื้นฐานดีและสนใจศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ อีกทั้งสามารถเป็นที่

โรงเรียน	ผลการสาธิตการใช้สื่อ BUGBOT
	ปรึกษาให้กับกลุ่มด้านการใช้บอทได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ครูมีทักษะในการแกะประกอบ แต่มีความกะตือรือร้นในการหาความรู้เพิ่มเติม
9. โรงเรียนพังโคนวิทยาคม	ครูมีทักษะพื้นฐานการเขียนโค้ดเบื้องต้น ทั้งนี้ไม่มีทักษะในการแกะประกอบ ไม่รู้จักอุปกรณ์ภายใน เมื่อบอทมีปัญหาไม่สามารถหาสาเหตุและแก้ไขได้ แต่มีความตั้งใจในการฝึกใช้บอทและมักชวนหาความรู้เพิ่มเติมได้ด้วยตนเอง

1.3 จากการสัมภาษณ์ เพื่อทราบปัญหาการใช้งานสื่อ หลังการสาธิตการใช้งาน BUGBOT (อบรมรายบุคคล) กลุ่มตัวอย่างได้ลองฝึกใช้เอง เพื่อเตรียมสอนในชั้นเรียนจริง มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

1.3.1 ด้านความคงทน

1.3.1.1 ที่ครอบภายนอกมีความคงทน แต่มีผิวขรุขระจากการปรีน 3D สายไฟหลุดจากแผงวงจรได้ง่าย ต้องแกะเพื่อขยับสาย

1.3.1.2 ที่ครอบเปราะบาง ตัวถ่านใส่ไม่พอดีกับรางถ่าน เวลาวิ่งเร็วอาจทำให้ถ่านหลุดจากรางถ่านได้

1.3.1.3 บอทวิ่งได้ช้า บางตัววิ่งได้เร็ว-ช้า ต่างกัน ทั้งที่ใส่ความเร็วเท่ากัน

1.3.1.4 เมื่อรันโค้ดในเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถรันได้ แต่พอ output ออก พบว่า บอท errors บอทไม่เดินตามคำสั่ง

1.3.1.5 ต้องแกะประกอบ และขยับอุปกรณ์ภายในบางตัว เช่น Ultrasonic และจอ LED เป็นต้น

1.3.2 การตอบโจทย์การเรียนรู้

1.3.2.1 ผู้เรียนจากบางโรงเรียนมีทักษะพื้นฐาน สามารถใช้สื่อเพื่อฝึกทักษะการเขียนโค้ดได้ แต่ต้องฝึกทีละขั้น แบบค่อยเป็นค่อยไป

1.3.2.2 ผู้เรียนจากบางโรงเรียนไม่มีทักษะมาก่อน ทำให้ต้องเริ่มสอนตั้งแต่เริ่มต้น แบบค่อยเป็นค่อยไป

1.3.3 การดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

1.3.3.1 จากรูปลักษณ์ภายนอก สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี ผู้เรียนให้ความสนใจทันทีที่เห็นตัวบอท ผู้เรียนไม่รู้ว่า BUGBOT เอาไว้ทำอะไร แต่อยากเรียนรู้กับเต้าทอง

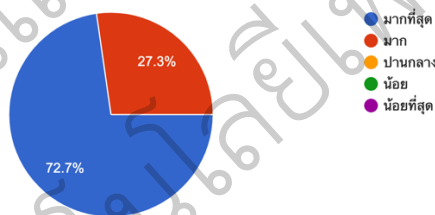
1.3.3.2 ผู้เรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เมื่อเห็นตัวบอท

ทั้งนี้ เมื่อครูลองทดลองฝึกใช้งานด้วยตนเอง พบปัญหาการลงโปรแกรม การรันโค้ด บอท Errors และบอทเดินช้า อีกทั้งครูมีความรู้จำกัดด้านอุปกรณ์ภายใน จึงอยากได้รับการอบรมเพิ่มเติม ในหัวข้อดังกล่าว เป็นองค์ความรู้ที่ต้องใช้ในการแกะซ่อม เมื่อบอทมีปัญหา

1.4 ผลการอบรมครู อบรมกลุ่ม (เพิ่มเติมครั้งที่ 2) เพื่อเสริมทักษะการใช้สื่อ BUGBOT ตามความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ในประเด็น 1) การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ 2) การลงโปรแกรม คอมพิวเตอร์ สำหรับ BUGBOT 3) รู้จักอุปกรณ์ภายใน BUGBOT 4) การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วย BUGBOT ซึ่งจัดขึ้น วันที่ 1 ธันวาคม 2566 ณ ห้อง Co-working Space 01 และ 02 อาคาร 11 มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร พบว่า

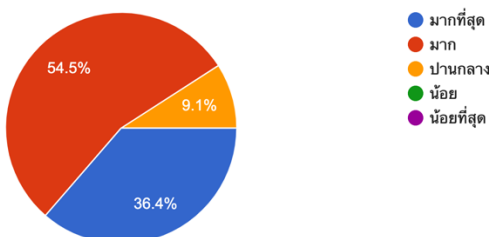
1.4.1 เนื้อหาการอบรมตรงตามวัตถุประสงค์และตอบโจทย์ตามความต้องการของกลุ่ม ตัวอย่างมากที่สุด ร้อยละ 72.7 และระดับมาก ร้อยละ 27.3

1. เนื้อหาการอบรมตรงตามวัตถุประสงค์
คำตอบ 11 ข้อ



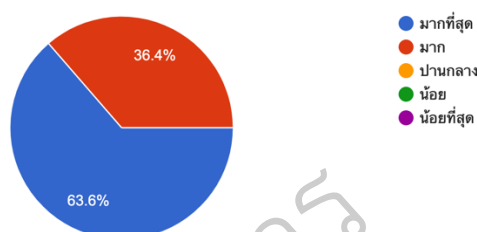
1.4.2 ระยะเวลาในการอบรมมีความเหมาะสม ระดับมาก ร้อยละ 54.5 ระดับมากที่สุด ร้อยละ 36.4 และระดับปานกลาง ร้อยละ 9.1

2. ระยะเวลาในการฝึกอบรมมีความเหมาะสม
คำตอบ 11 ข้อ



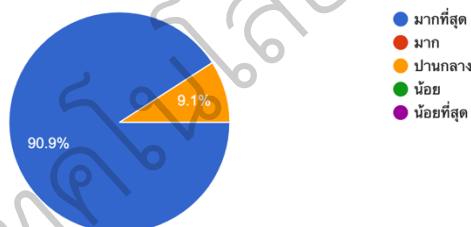
1.4.3 รูปแบบและวิธีการอบรมตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มตัวอย่าง ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6 และระดับมาก ร้อยละ 36.4

3. รูปแบบและวิธีการอบรมตอบโจทย์ความต้องการ
คำตอบ 11 ข้อ



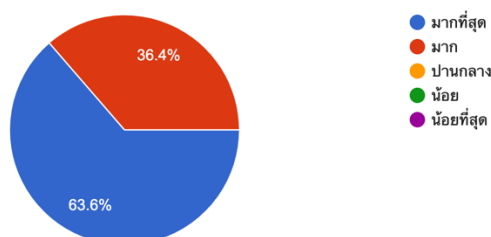
1.4.4 การอบรมช่วยพัฒนาองค์ความรู้ในหัวข้อที่ต้องการ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 90.9 และระดับมาก ร้อยละ 9.1

4. การอบรมช่วยพัฒนาองค์ความรู้ของท่าน
คำตอบ 11 ข้อ



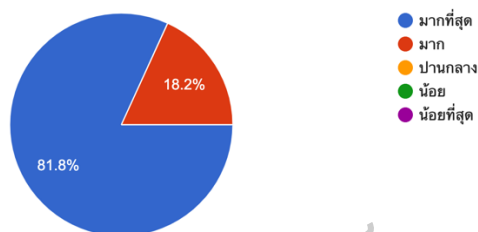
1.4.5 ผู้เข้าอบรมสามารถนำสิ่งที่ได้จากการอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือต่อยอดการเรียนรู้ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6 และระดับมาก ร้อยละ 36.4

5. ท่านสามารถนำสิ่งที่ได้จากการอบรมไปใช้ในการปฏิบัติงานหรือต่อยอดการเรียนรู้
คำตอบ 11 ข้อ



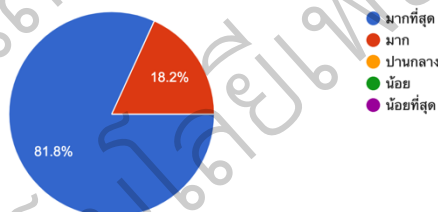
1.4.6 วิทยากรเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น ระดับมากที่สุด ร้อยละ 81.8 และ ระดับมาก ร้อยละ 18.2

7. วิทยากรเปิดโอกาสให้ท่านได้ซักถามและแสดงความคิดเห็น
คำตอบ 11 ข้อ



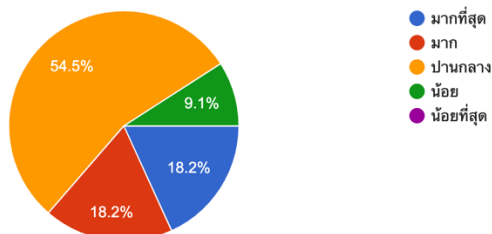
1.4.7 วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน ระดับมากที่สุด ร้อยละ 81.8 และ ระดับมาก ร้อยละ 18.2

8. วิทยากรตอบคำถามได้ตรงประเด็นและชัดเจน
คำตอบ 11 ข้อ

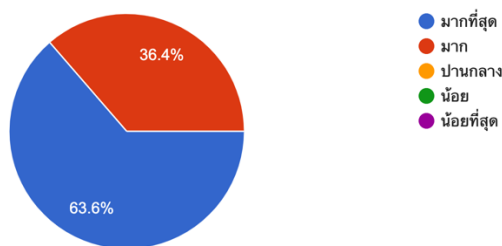


1.4.8 เมื่อเปรียบเทียบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรม พบว่า ก่อนอบรมผู้เข้าอบรมมีความรู้ระดับปานกลาง ร้อยละ 54.5 ระดับมากและมากที่สุด ร้อยละ 18.2 และระดับน้อย 9.1 หลังอบรมพบว่า ผู้เข้าอบรมมีความรู้ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6 และ ระดับมาก ร้อยละ 36.4

9. ท่านมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหา "ก่อน" ฝึกอบรม
คำตอบ 11 ข้อ



10. ท่านมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหา "หลัง" ผีกรอบรม
คำตอบ 11 ข้อ



1.4.9 องค์ความรู้ที่ผู้เข้าอบรมได้รับเพิ่มขึ้นจากการอบรม ประกอบด้วย 1) มีความเข้าใจในการเขียนโค้ดมากขึ้น 2) มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและทำงานเป็นขั้นตอน 3) ทราบแนวทางใช้สื่อ BUGBOT สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 4) เข้าใจกระบวนการทำงานของ BUGBOT มากขึ้น ได้แก่ ส่วนประกอบภายใน และการซ่อมบำรุง ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อยากให้มีการจัดการอบรมลักษณะนี้อย่างต่อเนื่อง

กล่าวโดยสรุป การอบรมครูเพื่อการจัดการเรียนรู้โค้ดดิ้งด้วยสื่อ BUGBOT มีประเด็นที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. เมื่อสำรวจความต้องการอบรมครูแต่ละโรงเรียนในกลุ่มเป้าหมาย พบว่า บางโรงเรียนเพิ่งเริ่มสอนโค้ดดิ้งระดับชั้นมัธยมศึกษา เนื่องจากขาดแคลนครูผู้สอน ส่วนใหญ่เป็นครูที่บรรจุใหม่ จะได้รับผิดชอบส่วนวิชาวิทยาการคำนวณ บางโรงเรียนให้นักศึกษาฝึกสอนเป็นผู้รับผิดชอบรายวิชานี้ เนื่องจากขาดแคลนบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญ ทั้งนี้ จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีบางโรงเรียนมีบุคลากรพร้อมและมีสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น Kidbright Microbit และ Arduino และผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานด้านการเขียนโค้ดแล้ว

2. ทั้งนี้ เมื่อพบว่าแตกต่างทั้งด้านบุคลากรที่จำกัด ความพร้อมของสื่อ การจัดการเรียนการสอนโค้ดดิ้งระดับมัธยมศึกษา องค์ความรู้และทักษะของครูผู้สอน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการแบ่งกลุ่มการอบรมครู จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยปรับแผนการอบรมจากการอบรมกลุ่มรวม เป็นการอบรมรายบุคคล โดยผู้วิจัยเดินทางเข้าไปยังโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อค้นหาบุคลากรที่สนใจและมีความรู้พื้นฐานการเขียนโค้ด และอบรมวิธีการใช้งาน BUGBOT รายบุคคล อีกทั้ง การเข้าไปพูดคุย ทำให้ทราบเพิ่มเติมว่า นักเรียนแต่ละโรงเรียนในระดับชั้นเดียวกัน มีองค์ความรู้และทักษะที่แตกต่างกันในวิชาวิทยาการคำนวณ

3. การอบรมครูแต่ละคน ใช้เวลาแตกต่างกัน เนื่องจากมีพื้นฐานการเขียนโค้ดที่ต่างกัน

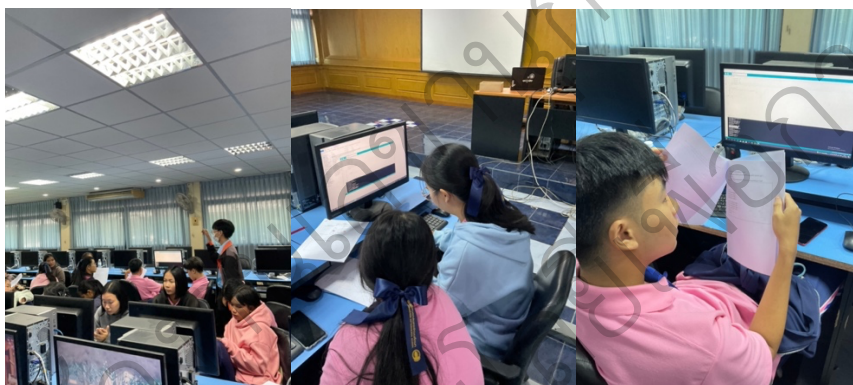
4. หลังการอบรมเชิงรุกรายบุคคล พบว่า ครูบางท่านเกิดปัญหาในการใช้งานตัวสื่อ จึงได้มีการสร้างกลุ่มไลน์เพื่อติดต่อสื่อสารกับกลุ่มครู สามารถสอบถามปัญหาที่เกิดขึ้น ทีมวิจัยจะเป็นผู้ตอบและ

ช่วยแก้ปัญหาแบบเรียลไทม์ และขอให้ทีมวิจัยมีการจัดอบรมกลุ่ม (เพิ่มเติม) เพื่อเสริมสร้างทักษะในบางหัวข้อที่จำเป็นต่อการนำ BUGBOT ไปใช้สอนในชั้นเรียน เช่น การซ่อมประกอบบอท เป็นต้น

5. การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ ต้องปรับตามบริบทโรงเรียนและผู้เรียน ซึ่งมีความแตกต่างกัน โดยคุณครูได้แนวทางเพื่อกลับไปออกแบบแผนการสอนให้เหมาะกับบริบทของผู้เรียนและโรงเรียน

ส่วนที่ 2 ผลการใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนทดลอง

โรงเรียนที่ใช้เป็นพื้นที่ทดลองสื่อ BUGBOT ได้แก่ โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ครูผู้สอนได้ทดลองใช้สื่อกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 2 ห้องเรียน เป็นระยะเวลา 1 คาบ คาบละ 50 นาที



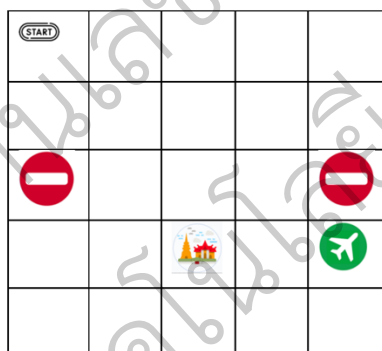
การใช้สื่อในโรงเรียนทดลอง ประกอบไปด้วย ชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง BUGBOT พร้อมแผนที่ และ คู่มือการใช้สื่อสำหรับนักเรียน จากการทดลองสอน พบว่า ผู้เรียนสามารถลงโปรแกรมตามคู่มือการใช้สื่อได้ และสามารถเขียนโค้ดให้ BUGBOT วิ่งได้ ตามโจทย์ปัญหาในใบงาน ทั้งนี้ พบปัญหาเมื่อเขียนโปรแกรมคำสั่งลงตัว BUGBOT แล้ววางบนแผนที่ พบว่า บอทแต่ละตัวมีแรงในการเดินไม่เท่ากัน บางตัวใช้ความเร็ว 40 สามารถเดินได้ เท่ากับบางตัวที่ใช้ความเร็ว 80 ทั้งๆที่ตัวบอทมีขนาดเท่ากันและใช้ถ่านชนิดเดียวกัน

ผลการทดลอง 1 ความสามารถในการเข้าใจโค้ดและวางแผนการเขียนโค้ด



จากภาพ แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถเขียนโค้ดให้ BUGBOT เดินบนแผ่น ตามใบงานที่กำหนดให้ได้ ตามโจทย์ปัญหาในใบงานที่กำหนดให้

โจทย์ปัญหาที่ 3 เต้าทองต้องการแวะไหว้พระที่วัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหารก่อนขึ้นเครื่องกลับกรุงเทพฯ แต่ไม่แน่ใจว่าฝนตกไหม จึงอยากเช็คพยากรณ์อากาศก่อนออกเดินทาง



ตัวอย่างโจทย์ปัญหาในใบงาน

ผลการทดลอง 2 การทดลองรัน BUGBOT ด้วยโค้ดที่กำหนดให้



จากภาพแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนสามารถเขียนโค้ดเพื่อป้อนข้อมูลให้ BUGBOT วิ่งได้ ทั้งนี้พบว่า ความแตกต่างของความเร็วในการวิ่ง BUGBOT แต่ละตัวไม่เท่ากัน เมื่อใส่ความเร็วเท่ากัน แต่แรงในการวิ่งแตกต่างกัน ทั้งนี้ BUGBOT ทุกตัว สามารถวิ่งบนแผนที่ได้ ตามการคำสั่งที่ป้อนลงตัวบอท เพียงแต่มีความเร็ว-ช้าที่ต่างกัน

ผลการทดลอง 3 ความสามารถในการแก้ปัญหาเมื่อ BUGBOT เกิดปัญหา



จากการให้ทดลองสอนในชั้นเรียน พบว่า ผู้เรียนสามารถใช้งาน BUGBOT ได้ รวมถึงการเขียนโค้ดคำสั่ง ให้เซนเซอร์แต่ละตัวทำงานได้ แต่เมื่อบอทเกิดหยุดเดิน หรือสะดุดในการวิ่ง ผู้เรียนยังไม่สามารถการหาสาเหตุของปัญหาได้ เนื่องจากตัวบอทมีรายละเอียดของอุปกรณ์ภายในที่ซับซ้อน อาจเป็นได้ว่า ผู้เรียนไม่มีพื้นฐานความรู้ในอุปกรณ์แต่ละชิ้น

ข้อเสนอแนะจากครูผู้ทดลองใช้ BUGBOT ในพื้นที่โรงเรียนทดลอง

1. พบปัญหาว่า Window 11 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในชั้นเรียนไม่รองรับโปรแกรมของ Arduino ทำให้ต้องลงวินโดวในเวอร์ชันที่รองรับการใช้งาน ดังนั้น จึงควรตรวจสอบและลงโปรแกรมให้เรียบร้อยก่อนเข้าสอน
2. ความหนืดของพื้นผิวแผนที่ (Map) มีผลต่อการวิ่งของบอท ต้องมีการปรับโค้ดให้สอดคล้องกับการวิ่งบนพื้นผิว
3. ความหนืดของล้อบอทแต่ละตัวไม่เท่ากัน ต้องมีการปรับโค้ดเพื่อหาจุดสมดุลที่สามารถวิ่งได้อย่างราบรื่น

4. Liberty เวอร์ชันเก่าและใหม่ มีความแตกต่างกัน ต้องหาเวอร์ชันที่ดี ใช้งานได้ ครูควรค้นหา และทดลองใช้ก่อนนำไปสอนในชั้นเรียนจริง
5. ผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอุปกรณ์ภายใน เพื่อสามารถวิเคราะห์แก้ไขปัญหาการหยุดวิ่งของบอทได้ และผู้เรียนควรมีพื้นฐานในการประกอบบอทและทักษะการซ่อมบอท
6. ถ้าจ่ายไฟมากเกินไป Censor อาจอ่านค่าไม่ได้ ผู้เรียนต้องค้นหาระดับการจ่ายไฟที่เหมาะสม
7. ถ่านชาร์ตที่ใช้ในการวิ่งบอท หมดไว ควรมีถ่านสำรอง อย่างน้อย 1-2 ก้อน ต่อบอท 1 ตัว
8. การให้นักเรียนเขียนโค้ดบอทด้วยตัวเอง เป็นสิ่งที่ยาก ครูควรให้ฝึกจากการคัดลอกโค้ดในขั้นแรก และค่อยๆพัฒนาไปที่ละขั้น
9. รูปลักษณ์ภายนอกของบอทน่าสนใจ สามารถดึงดูดผู้เรียนได้ดี ทั้งนี้ อยากให้มีจำนวนบอทมากพอกับจำนวนนักเรียน จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
10. สัญลักษณ์บนแผนที่ ควรแปะติดเรียบไปกับแผนที่ เพื่อให้บอทสามารถวิ่งบนสัญลักษณ์ได้สะดวกต่อการใช้งานมากกว่า
11. สื่อการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียนได้ ทั้งนี้ ด้วยพื้นฐานของผู้เรียนด้านการเขียนโค้ดมีจำกัด ทำให้ต้องใช้เวลาในการปูพื้นฐานที่ละขั้น ครูควรแบ่งสอนเนื้อหาย่อยและประเมินผลตามจุดประสงค์ย่อย และครูควรให้ผู้เรียน ซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มทุกคนมีส่วนในการวางแผน และฝึกเขียนโค้ด เพื่อประเมินทักษะรายบุคคลด้วย

วัตถุประสงค์ที่ 3 ประเมินผลการใช้วัตกรรมการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ในชั้นเรียนจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ประกอบด้วย ข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

1. ผลการใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย 9 โรงเรียนนำร่อง จากการสนทนากลุ่ม (Focus group)
2. ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง (ประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน)

ส่วนที่ 1 ผลการใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่างใน 9 โรงเรียนนำร่อง

1.1 การสนทนากลุ่ม (focus group) หลังนำสื่อไปใช้สอน

จากการสนทนากลุ่ม (focus group) สำหรับประเมินผลการใช้สื่อในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งครอบคลุมประเด็น ดังนี้ 1. พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน 2. ขั้นตอนการสอน 3. ระดับทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่เกิดจากการใช้สื่อ BUGBOT (การประเมินภาพรวม) 4. ปัญหาและอุปสรรคการนำสื่อไปใช้ในชั้นเรียน พบว่า

โรงเรียน	การนำไปใช้ในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง
1. โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา	สอนระดับชั้น ม.6 นักเรียนไม่มีพื้นฐานโค้ดดิ้งหรือเขียนโค้ดมาก่อน เสนอแนะให้ใช้สื่อ BUGBOT ตั้งแต่ระดับชั้น ม.3 โรงเรียนมีครูที่มีศักยภาพ แต่ไม่ได้สอนการเขียนโปรแกรมที่ใช้โค้ด เรียนเขียนแบบต่อบล็อก ไม่มีสอนเขียนโค้ดแล้วให้รันบอท ทำให้นักเรียนไม่มีพื้นฐาน ขั้นตอนการสอน 1. แจกจุดประสงค์การสอนและประโยชน์การนำไปใช้ต่อยอดและประยุกต์ใช้ในการทำงาน 2. แจกคู่มือให้นักเรียนศึกษา 3. อธิบายอุปกรณ์ แต่ละชนิด เช่น เซนเซอร์แต่ละตัว และอุปกรณ์ภายนอก 4. สอนโค้ดแต่ละอย่าง เช่น LED และมอเตอร์ ให้เด็กลองรันบอทวิ่งบนโต๊ะก่อน ให้รู้จักเขียนโค้ดแต่ละส่วน ผลการสอน เด็กสามารถเขียนโค้ดตามได้ จากการใช้คู่มือควบคู่ไปกับการอธิบายเพิ่มเติม นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้จากคู่มือ ครูอธิบายแต่ละขั้นเพิ่มเติม ในช่วงแรก พบว่าเด็กไม่เคยเห็น และไม่รู้จักอุปกรณ์ในลักษณะนี้มาก่อน ไม่รู้ว่าคืออุปกรณ์อะไร เอาไว้ใช้สำหรับทำอะไร เมื่อจบ 2 คาบแรก นักเรียนสามารถเขียนโค้ดได้แบบแยกส่วน (เรียนสัปดาห์ละ 2 คาบ) หากต้องการสอนให้ครบกระบวนการ ควรใช้ทั้งหมด 6 คาบ (3 สัปดาห์) สามารถเดินหน้า และเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาได้ ถ้าครบเซนเซอร์ทุกตัว เกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดเชิงระบบ อาจใช้เวลาทั้งหมด 8 คาบ (4 สัปดาห์)

โรงเรียน	การนำไปใช้ในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง
2. โรงเรียนธรรมบวรวิทยา	นักเรียนไม่มีพื้นฐานทั้งภาษาอังกฤษ Python และ ภาษา C นำไปใช้กับระดับชั้น ม. 2 มีความกังวลในเรื่องของศัพท์เฉพาะที่เป็นภาษาอังกฤษ
3. โรงเรียนดงมะไฟวิทยา	นักเรียนไม่มีพื้นฐานการเขียนโค้ด นำไปใช้กับนักเรียนชั้น ม.4 และ ม.5
4. โรงเรียนด่านม่วงคำพิทยาคม	สอนระดับชั้น ม.6 ไม่มีพื้นฐานการเขียนโค้ดมาก่อน แต่ให้ความสนใจกับบอท คอมพิวเตอร์รันไม่ค่อยได้ ขั้นตอนการสอน 1. อธิบายจากคู่มือ ส่งให้นักเรียนดูควบคู่ไปกับการสอน 2. ครูสาธิตการใช้งานบอทให้ เช่น เซนเซอร์แต่ละตัว 3. ครูทำไปพร้อมกับนักเรียน โดยเขียนโค้ดไปพร้อมๆกัน ผลการสอน นักเรียนบางกลุ่มทำได้ และบางกลุ่มทำไม่ได้ ได้ลองฝึกวิ่งบนแผนที่ สามารถเขียนโค้ดให้บอทเดินได้ แต่ไม่ได้ทำได้ทุกโจทย์ โรงเรียนไม่มีสอนการเขียนโค้ดมาก่อน จึงต้องสอนอย่างค่อยเป็นค่อยไป
5. โรงเรียนโพธิ์พิทยาคม	สอนระดับชั้น ม. 2 สอนจำนวน 2 คาบต่อสัปดาห์ สามารถรันโค้ดได้ภายใน 1 คาบ คอมพิวเตอร์ที่โรงเรียนเป็นวินโดว 11 ไม่สามารถใช้กับบอทได้ ทำให้ต้องใช้กับโน้ตบุคส่วนตัวที่เป็นวินโดว 10 ซึ่งสามารถรันบอทได้ นักเรียนมีพื้นฐานการเขียน Python แต่ไม่มีพื้นฐานการเขียนภาษา C ขั้นตอนการสอน 1. เปิดคู่มือ 2. ส่งโค้ดสำเร็จให้นักเรียน แล้วให้ฝึกแก้โค้ด 3. ให้ฝึกเดินตรง และเลี้ยวซ้าย-ขวาก่อนเป็นอันดับแรก ผลการสอน

โรงเรียน	การนำไปใช้ในพื้นที่โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง
	นักเรียนสามารถทำได้ ภายใน 2 คาบแรก แต่ไม่ได้รู้ความหมายของโค้ดหรือมีความรู้ด้านอุปกรณ์ภายใน
6. โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส	นำสื่อไปใช้สอนระดับชั้น ม. 6 นักเรียนมีพื้นฐานการเขียนเว็บมาก่อน ไม่เคยเขียนภาษา C ไม่มีประสบการณ์การใช้ Arduino มีการเรียนเขียน Python มาก่อน ในหลักสูตรของโรงเรียนไม่มีที่สอนเขียนโค้ดด้วยภาษา C
7. โรงเรียนพรหมานุจารย์	นักเรียนไม่มีพื้นฐาน ใช้กับระดับชั้น ม.1
8. โรงเรียนโพชนามศึกษา	สอนระดับชั้น ม.4 นักเรียนไม่มีพื้นฐาน ขั้นตอนการสอน 1. ให้จับโค้ดเลย 2. สอนให้รู้จักอุปกรณ์แต่ละชนิด 3. สอนแค่โค้ดพื้นฐาน 4. ปล่อยให้เด็กเรียนรู้ด้วยตัวเอง จับเล่นบอทแก้ปัญหาเอง ปรากฏว่าเด็กสามารถทำได้ 5. ครูคอยมอนิเตอร์ ให้เด็กลองตั้งโจทย์เล่นเอง ทั้งนี้ มีการสอนทั้งในเวลา และสอนเพิ่มเติมนอกเวลา ผลการสอน เด็กสามารถทำได้ ภายใน 5 คาบ นอกจากคำสั่ง เดินหน้า-หลัง หลังสอนพบว่า เด็กสามารถใช้ เซนเซอร์ไฟ ลำโพง และหน้าจอได้ ซึ่งหาทางรันด้วยตนเอง จนสามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ รวมถึงตั้งโจทย์ปัญหาเอง และหาทางจรรจนได้ตามโจทย์ที่กำหนด
9. โรงเรียนพิชญวิทยาคม	นักเรียนเรียน Python ไม่มีพื้นฐานการเขียนภาษา C ใช้กับระดับชั้น ม.3

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ประเมินก่อนและหลังเรียน (rating scale)

จากแบบประเมินทักษะก่อนและหลังเรียนของนักเรียนจาก 9 โรงเรียนนำร่อง ได้แก่ โรงเรียนสกลนครพัฒนศึกษา โรงเรียนธรรมบวรวิทยา โรงเรียนดงมะวิทยา โรงเรียนดำนม่วงคำพิทยาคม โรงเรียนโพธิพิทยาคม โรงเรียนพังโคนวิทยาคม โรงเรียนมัธยมวานรนิวาส โรงเรียนพรรณนาอุมาจารย์ และโรงเรียนโพนงามศึกษา รวม 419 คน ($n = 76$ กลุ่มทดลอง) พบว่า สมรรถนะด้านความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิดเชิงระบบ และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน เพิ่มขึ้นหลังจากเรียนรู้ด้วยสื่อ BUGBOT ดังนี้

2.1 ความสามารถในการรับ-ส่งสาร

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.24	1.54
Variance	0.18	0.31
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.35	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	10.74	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการรับ-ส่งสารก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.54	0.31	10.74	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.24	0.18			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า คะแนนความสามารถในการรับ-ส่งสารก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.54 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบพบว่า ความสามารถในการรับ-ส่งสารของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.2 การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสม

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.32	1.45
Variance	0.27	0.46
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.46	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	11.84	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบการใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสมก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.45	0.46	11.84	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.32	0.27			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสมก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.32 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบพบว่าการใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสมของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.3 การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้อง

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.55	1.49
Variance	0.38	0.36
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.56	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	16.20	
P(T<=t) one-tail	0.00	

t Critical one-tail	2.38
P(T<=t) two-tail	0.00
t Critical two-tail	2.64

ตารางเปรียบเทียบการเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้องก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.49	0.36	16.24	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.55	0.38			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้องก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.49 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.55 เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบพบว่าการเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้องของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.4 ความสามารถในการคิดรอบด้าน

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.46	1.39
Variance	0.25	0.27
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.47	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	17.70	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการคิดรอบด้านก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.39	0.27	17.70	75	0.00**

หลังเรียน	76	2.46	0.25			
-----------	----	------	------	--	--	--

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดรอบด้านก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.39 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.46 เมื่อนำความสามารถในการคิดรอบด้านของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.5 ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้น

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.62	1.68
Variance	0.27	0.33
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.04	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	10.80	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้นก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.68	0.33	10.80	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.62	0.27			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้นก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.68 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.62 เมื่อนำความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้นของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.6 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.46	1.45
Variance	0.25	0.28
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.27	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	14.21	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.45	0.28	14.21	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.46	0.25			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.45 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.46 เมื่อนำความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.7 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.45	1.61
Variance	0.25	0.24
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.29	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	12.44	

P(T<=t) one-tail	0.00
t Critical one-tail	2.38
P(T<=t) two-tail	0.00
t Critical two-tail	2.64

ตารางเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผลก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.61	0.24	12.44	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.45	0.25			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผลก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.61 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45 เมื่อนำความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผลของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.8 การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.37	1.67
Variance	0.37	0.25
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.14	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	8.32	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
------------	---	------	------	---	----	------

ก่อนเรียน	76	1.67	0.25	8.32	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.37	0.37			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา ก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.37 เมื่อนำการแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหาของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

2.9 การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา

t-Test: Paired Two Sample for Means

	หลังเรียน	ก่อนเรียน
Mean	2.42	1.63
Variance	0.30	0.24
Observations	76.00	76.00
Pearson Correlation	0.24	
Hypothesized Mean Difference	0.00	
df	75.00	
t Stat	10.77	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.38	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.64	

ตารางเปรียบเทียบการเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียน

คะแนนทดสอบ	n	mean	S.D.	t	df	sig.
ก่อนเรียน	76	1.63	0.24	10.77	75	0.00**
หลังเรียน	76	2.42	0.30			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางแสดงให้เห็นว่า การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา ก่อนเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.63 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.42 เมื่อนำการเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

สรุป จากแบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นย่อย 1.1 ความสามารถในการรับ-ส่งสาร 1.2 การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสม 1.3 การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้อง พบว่า ความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียนหลังเรียนรู้ด้วยสื่อ BUGBOT สูงกว่า ก่อนเรียน 2) ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วยประเด็นย่อย 2.1 ความสามารถในการคิดรอบด้าน 2.2 ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้น 2.3 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงระบบของผู้เรียนหลังเรียนรู้ด้วยสื่อ BUGBOT สูงกว่า ก่อนเรียน และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3.1 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล 3.2 การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา 3.3 การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนหลังเรียนด้วยสื่อ BUGBOT สูงกว่า ก่อนเรียน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมชุดสื่อ การเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” 2) ทดลองนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ในชั้น เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 23 จังหวัดสกลนคร และ 3) ประเมินผลการใช้นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง “หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ : BUGBOT” ในชั้น เรียนจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

- 1) แบบประเมินชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง BUGBOT เก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน
- 2) แบบบันทึกการสัมภาษณ์สำหรับผู้เข้าอบรม ประกอบด้วยประเด็น 3 ประเด็น ดังนี้ 1) บริบท การสอนโค้ดดิ้งในโรงเรียน 2) สื่อการสอนโค้ดดิ้งที่นำมาใช้จัดการสอนในชั้นเรียน 3) ลักษณะผู้เรียน และ 4) ประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับครูกลุ่มตัวอย่างจาก 9 โรงเรียนนำร่อง
- 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม ประกอบด้วย 5 ประเด็น ดังนี้ 1) เนื้อหาการ อบรม 2) ระยะเวลาการอบรม 3) รูปแบบการอบรม 4) การนำองค์ความรู้ไปต่อยอด 5) วิทยากร
- 4) แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม (focus group) สำหรับครูประเมินการใช้สื่อสอนชั้นเรียนจริง ประกอบด้วยประเด็น 1. พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน 2. ขั้นตอนการสอน 3. ระดับทักษะการคิดเชิง ระบบของนักเรียนที่เกิดจากการใช้สื่อ BUGBOT (การประเมินภาพรวม) 4. ปัญหาและอุปสรรคการนำสื่อ ไปใช้ในชั้นเรียน
- 5) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ประเมินก่อนและหลังเรียน (rating scale) ประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นย่อย 1.1 ความสามารถในการรับ- ส่งสาร 1.2 การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสม 1.3 การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้อง 2) ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วยประเด็นย่อย 2.1 ความสามารถในการคิดรอบด้าน 2.2 ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้น 2.3 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3.1 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล 3.2 การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา 3.3 การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการ แก้ปัญหา

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการออกแบบชุดสื่อ BUGBOT

การออกแบบชุดสื่อ BUGBOT แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. อุปกรณ์ภายนอก ประกอบด้วย โครงบอทที่จัดทำด้วย 3D Printing ซึ่งเป็นวัสดุที่คงทน ใช้งานง่าย และราคาการผลิตต่อตัวอยู่ในระดับเหมาะสม ทั้งนี้ จะใช้เวลาในการผลิต ประมาณ 11 ชั่วโมงต่อตัว

2. อุปกรณ์ภายใน ประกอบด้วย Micro Controller Arduino Nano, Shield, Censors (ไฟ LED, ลำโพง, ปุ่มกด, หน้าจอแสดงผล, วัดอุณหภูมิ, วัดความเข้มของแสง และวัดระยะทาง), สายจัมเปอร์, มอเตอร์, ล้อ, ถ่านขนาด 9V และ สาย USB

5.1.2 ผลการประเมินชุดสื่อการเรียนรู้โค้ดดิ้ง BUGBOT

จากการประเมินชุดสื่อของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน พบว่า 1) ด้านวัสดุ ได้แก่ ด้านความคงทน ใช้งานง่าย และความเหมาะสมในการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ จากราคาต้นทุนในการผลิตต่อตัว 1,200-1,500 บาท พบว่ามีราคาค่อนข้างแพง 2) ด้านการจัดวางองค์ประกอบภายในและภายนอก และ 3) ด้านความคิดสร้างสรรค์และการใช้งานจริง การประเมินอยู่ในระดับ ดีมาก

5.1.3 ผลการอบรมครู

จากการสนทนากลุ่มหลังการอบรมรายบุคคล พบว่า ครูมีทักษะพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรม ทั้งนี้ นักเรียนไม่มีทักษะการเขียนโค้ดด้วยภาษาซีมาก่อน ทำให้คาดว่าจะต้องปูพื้นฐานใหม่ตั้งแต่ต้น จากการให้ครูทดลองใช้สื่อระหว่างอบรมและในชั้นเรียน พบว่า 1. ด้านความคงทน ที่ครอบภายนอกมีความคงทน แต่มีผิวขรุขระจากการปริ้น 3D สายไฟหลุดจากแผงวงจรได้ง่าย ต้องแกะเพื่อขยับสาย และที่ครอบเปราะบาง ตัวถ่านใส่ไม่พอดีกับรางถ่าน เวลาวิ่งเร็วอาจทำให้ถ่านหลุดจากรางถ่านได้ รวมถึงบอทวิ่งได้ช้า บางตัววิ่งได้เร็ว-ช้า ต่างกัน ทั้งที่ใส่ความเร็วเท่ากัน เมื่อรันโค้ดในเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถรันได้ แต่พอ output ออก พบว่า บอท errors บอทไม่เดินตามคำสั่ง อาจต้องแกะประกอบ และขยับอุปกรณ์ภายในบางตัว เช่น Ultrasonic และจอ LED เป็นต้น 2. การตอบโจทย์การเรียนรู้ ผู้เรียนจากบางโรงเรียนมีทักษะพื้นฐาน สามารถใช้สื่อเพื่อฝึกทักษะการเขียนโค้ดได้ แต่ต้องฝึกทีละขั้น แบบค่อยเป็นค่อยไป แต่ในโรงเรียนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ นักเรียนไม่มีพื้นฐานมาก่อน สำหรับผู้เรียนจากบางโรงเรียนไม่มีทักษะมาก่อน ทำให้ต้องเริ่มสอนตั้งแต่เริ่มต้น แบบค่อยเป็นค่อยไป 3. การดึงดูดความสนใจของผู้เรียน จากรูปลักษณ์ภายนอก สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี ผู้เรียนให้ความสนใจทันทีที่เห็นตัวบอท ผู้เรียนไม่รู้ว่ BUGBOT เอาไว้ทำอะไร แต่อยากเรียนรู้กับเดาทอง ผู้เรียนให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เมื่อเห็นตัวบอท

ทั้งนี้ เมื่อครูทดลองใช้บอทด้วยตัวเอง เพื่อเตรียมสอนในชั้นเรียนจริง พบว่า ต้องการอบรมเพิ่มเติมในหัวข้อ การเขียนโค้ด อุปกรณ์ภายในบอท และวิธีแกะประกอบบอท หลังได้รับการอบรม พบว่า การอบรมตอบโจทย์ตามวัตถุประสงค์ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 72.7 การอบรมตอบโจทย์ความต้องการของผู้เข้าอบรม ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6 การอบรมช่วยพัฒนาองค์ความรู้ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 90.9 องค์ความรู้สามารถนำไปต่อยอดได้ ระดับมากที่สุด ร้อยละ 63.6

องค์ความรู้ที่ผู้เข้าอบรมได้รับเพิ่มขึ้นจากการอบรม ประกอบด้วย 1) มีความเข้าใจในการเขียนโค้ดมากขึ้น 2) มีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและทำงานเป็นขั้นตอน 3) ทราบแนวทางใช้สื่อบู๊ตสำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน 4) เข้าใจกระบวนการทำงานของ บู๊ตมากขึ้น ได้แก่ ส่วนประกอบภายใน และการซ่อมบำรุง ทั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม อยากให้มีการจัดการอบรมลักษณะนี้อย่างต่อเนื่อง

5.1.4 ครูประเมินการใช้สื่อบู๊ตสอนในชั้นเรียนจริง

ครูประเมินการใช้สื่อบู๊ตสอนชั้นเรียนจริง ประกอบด้วยประเด็น 1. พื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน 2. ขั้นตอนการสอน 3. ระดับทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่เกิดจากการใช้สื่อบู๊ต (การประเมินภาพรวม) 4. ปัญหาและอุปสรรคการนำสื่อบู๊ตไปใช้ในชั้นเรียน ทั้งนี้ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่มีพื้นฐานในการเขียนโค้ด หลังทดลองใช้สื่อบู๊ต ในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้การเขียนโค้ดได้ และวางแผนการเขียนโค้ดเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้ตามที่โจทย์กำหนด แต่ละกลุ่มอาจใช้เวลาแตกต่างกัน อยู่ในช่วง 2-8 คาบ เพื่อให้เกิดการเขียนโค้ดและทักษะการคิดเชิงระบบ ปัญหาและอุปสรรคพบว่า ครูมีความรู้จำกัดด้านการเขียนโค้ด ซึ่งต้องมีการเตรียมการสอนอย่างมาก บางครั้งเกิดปัญหาในการรันบอท หรือลงโปรแกรม ซึ่งต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหา ทำให้การเรียนในชั้นเรียนล่าช้าไปบ้าง

5.1.5 การประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของผู้เรียน

การประเมินทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) ความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งประกอบด้วยประเด็นย่อย 1.1 ความสามารถในการรับ-ส่งสาร 1.2 การใช้วิธีสื่อสารที่เหมาะสม 1.3 การเลือกรับและส่งข้อมูลที่ถูกต้อง พบว่า ความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียนหลังเรียนรู้ด้วยสื่อบู๊ต สูงกว่า ก่อนเรียน 2) ความสามารถในการคิดเชิงระบบ ประกอบด้วยประเด็นย่อย 2.1 ความสามารถในการคิดรอบด้าน 2.2 ความสามารถในการคิดเป็นลำดับขั้น 2.3 ความสามารถในการสร้างองค์ความรู้ พบว่า ความสามารถในการคิดเชิงระบบของผู้เรียนหลังเรียนรู้ด้วยสื่อบู๊ต สูงกว่า ก่อนเรียน และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา ประกอบด้วยประเด็นย่อย 3.1 ความสามารถในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นเหตุเป็นผล 3.2 การแสวงหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหา 3.3 การเลือกใช้ข้อมูลอย่างถูกต้องและเหมาะสมในการแก้ปัญหา พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหของผู้เรียนหลังเรียนรู้ด้วยสื่อบู๊ต สูงกว่า ก่อนเรียน กล่าวโดยสรุป ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน ซึ่งรวมทั้ง 3 ด้าน มีระดับสูงกว่า ก่อนเรียน

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดและสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิธร ศรีวงษ์ ญาติดี (2554) การเรียนรู้โปรแกรมหุ่นยนต์ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

5.2.2 จากการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้ BUGBOT ที่เน้นการเรียนรู้เป็นกลุ่ม นักเรียนได้ลงมือทำจริง ครูมีหน้าที่จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ตอบโจทย์ผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎี constructionism ทำให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดและสร้างสรรค์ นักเรียนสามารถตั้งโจทย์ปัญหาเอง ออกแบบแผนที่เป็นรูปแบบต่างๆ และวางแผนการเดินทางหุ่นยนต์เพื่อไปถึงเป้าหมายได้ ซึ่งแสดงถึงทักษะการคิดสร้างสรรค์ และคิดเชิงระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วีรภัทร เพชรสูงเนิน (2565) ที่ใช้ชุดการสอนโค้ดดิ้ง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ มีการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างสรรค์ด้วยปัญญา (constructionism)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การออกแบบและพัฒนาสื่อควรทดลองด้วยวัสดุที่หาได้ง่ายหรือด้วยวิธีการอื่นๆที่ทำเองได้ เช่น ใช้กระดาษ ทำ Paper Marche หรือ กล่องลังกระดาษตัด สำหรับที่ครอบภายนอก ซึ่งอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการผลิตสื่อที่ลดต้นทุนการผลิตได้

5.3.2 การฝึกอบรมครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะด้านการเขียนโปรแกรม และการสอนด้วยสื่อ BUGBOT เพื่อให้ครูทันต่อความเปลี่ยนแปลง ควรปรับให้มีการจัดอบรมเพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าจะสิ้นสุดโครงการไปแล้ว เนื่องจากมีองค์ความรู้ใหม่เกิดขึ้นตลอดเวลา

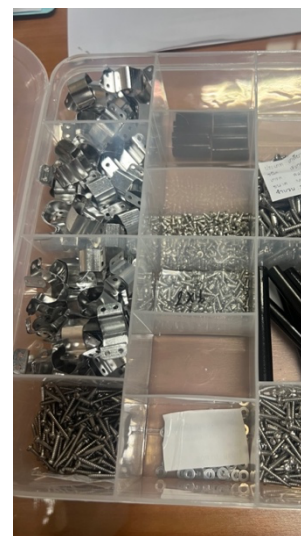
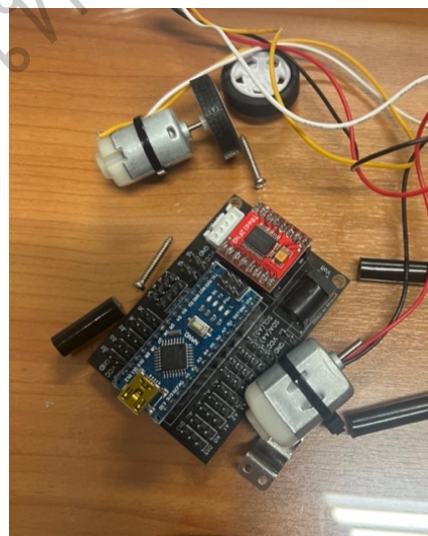
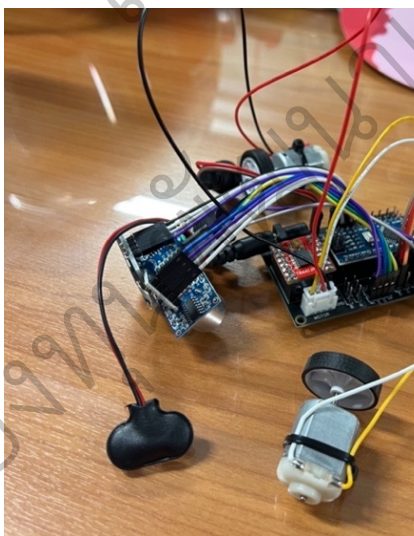
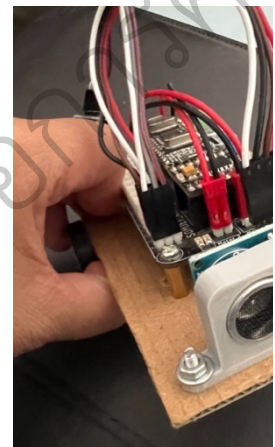
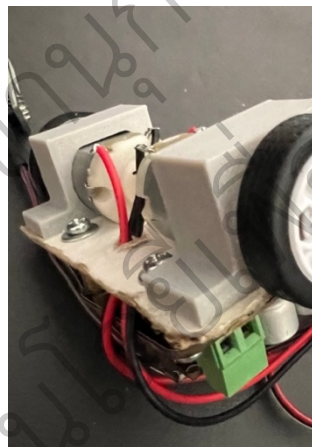
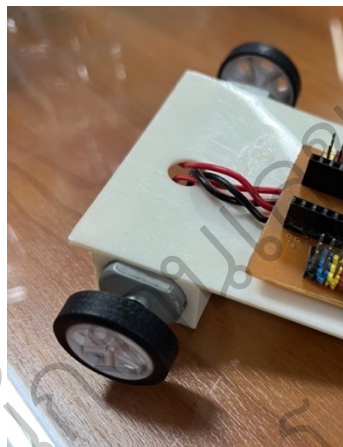
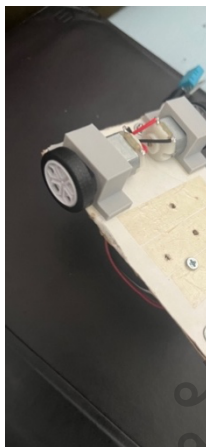
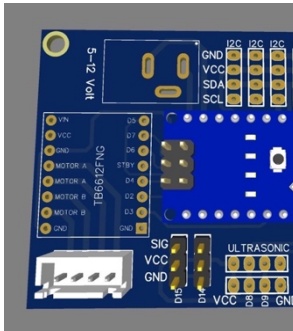
5.3.3 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมด้านกระบวนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิด ด้วยสื่อการเรียนรู้ BUGBOT

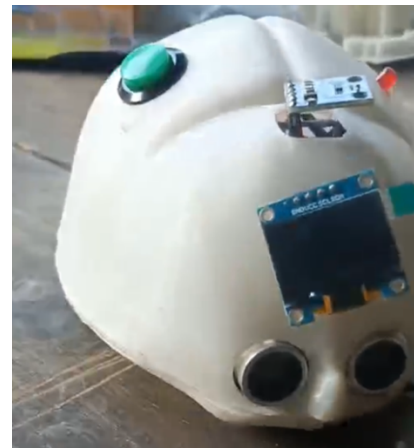
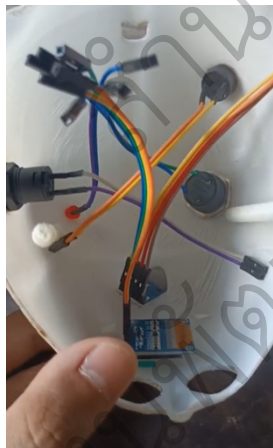
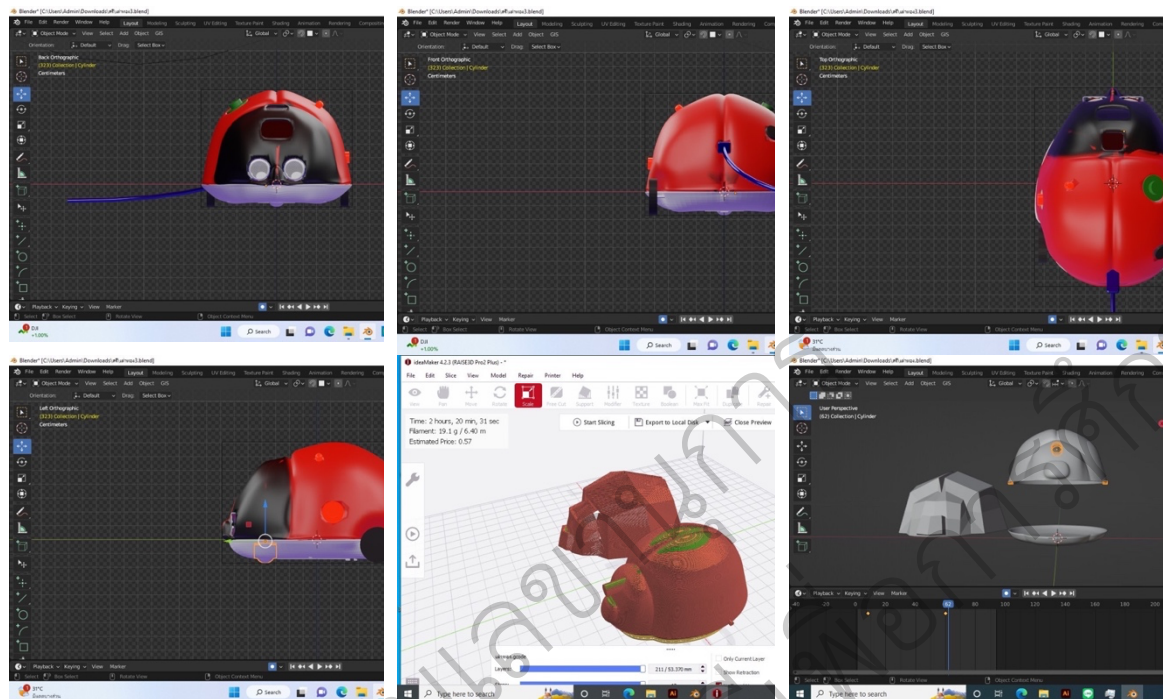
บรรณานุกรม

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดแนกซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- วีรภัทร เพชรสูงเนิน. (2565). “การออกแบบและพัฒนาแพลตฟอร์มชุดการสอนโค้ดดิ้งสำหรับเด็กอายุ 9-12 ปี”. สารนิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการออกแบบเพื่อธุรกิจ วิทยาลัยสื่อสารสังคม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศศิธร ศรีวงษ์ญาติดี. (2554). “การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้หุ่นยนต์ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7E เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์”. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2564). คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ). สสวท. กระทรวงศึกษาธิการ (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://oho.ipst.ac.th/cs-curriculum-teacher-guide/>
- ฤทัยรัตน์ ชิดมงคล และ สมยศ ชิดมงคล. (2552). การคิดเชิงระบบ : ประสพการณ์การสอนเพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบ. Journal of Education Studies: Vol. 45: Iss. 2, Article 14 เข้าถึงได้จาก <https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol45/iss2/14>
- Bruner, Jerome S. (1966). Studies in Cognitive Growth: A Collaboration at the Center for Cognitive Studies. New York: John Wiley & Sons.
- Novick, R. (1996). Successful early childhood education in an imperfect world: Lessons learned from four northwest schools [Online]. Available at <http://www.nwrel.org/cfc/publications/imperfect.html>.
- Piaget, J. (1963) The origins of intelligence in children. New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- Piaget, J. (1986). The construction of reality in the child. N.Y.: Ballantine Books.
- Vygotsky, L.S. (1962). Thought and language. (E. Hanfmann & G. Vakar, Eds. & Trans.). Cambridge, MA: MIT Press.

ภาคผนวก ก
ภาพการดำเนินการวิจัย
การผลิตต้นแบบชุดสื่อ หุ่นยนต์เขียนโปรแกรมอัจฉริยะ BUGBOT

ภาพการดำเนินการวิจัย





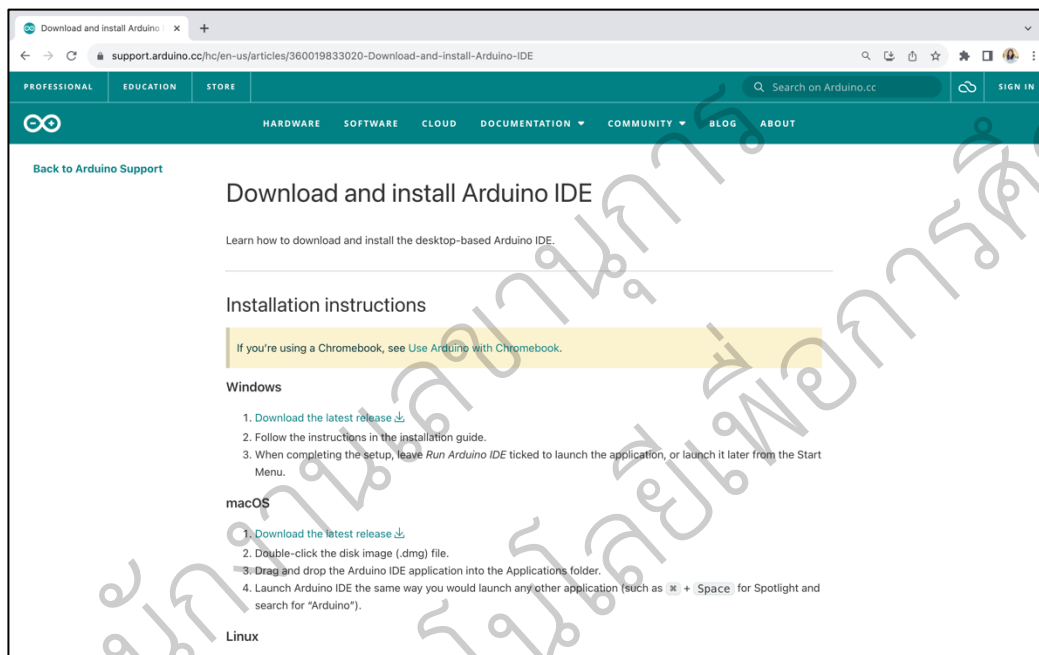


ภาคผนวก ข
ภาพการดำเนินการวิจัย
คู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้ BUGBOT และใบงาน

คู่มือการใช้งาน หุ่นยนต์อัจฉริยะ: BUGBOT

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม Arduino

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมที่ <https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/360019833020-Download-and-install-Arduino-IDE>



2. เลือกระบบปฏิบัติการที่ใช้งานแล้วทำการติดตั้งโปรแกรม

ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์อัจฉริยะ: BUGBOT เบื้องต้น

1. การควบคุมไฟ (LED)

ขาที่เชื่อมต่อกับไฟ LED คือขาที่ 12 บนแผงวงจร

ตัวอย่างโปรแกรมเปิด-ปิดไฟสลับกัน 1 วินาที ดังนี้

<pre>int LEDpin = 12; void setup() { pinMode(LEDpin, OUTPUT); } void loop() { digitalWrite(LEDpin, HIGH); delay(1000); digitalWrite(LEDpin, LOW); delay(1000); }</pre>	ประกาศตัวแปรชื่อ LEDpin กำหนดไว้ที่ขาที่ 12 ฟังก์ชัน pinMode เพื่อกำหนดการทำงานของตัวแปร LEDpin กำหนดการทำงานของตัวแปร LEDpin จ่ายแรงดัน 5 volt. ในเวลา 1 วินาที กำหนดการทำงานของตัวแปร LEDpin งดจ่ายแรงดัน 5 volt. ในเวลา 1 วินาที
--	---

2. การควบคุมเสียงลำโพง (Buzzer) และปุ่ม (Button)

ขาที่เชื่อมต่อกับลำโพง (Buzzer) คือขาที่ 11 และปุ่ม (Button) คือขาที่ 10

ตัวอย่างโปรแกรมเปิด-ปิดเสียงลำโพงด้วยการกดปุ่ม ดังนี้

<pre> int buttonPin = 10; int buzzer = 11; int buttonState = 0; int I = 0; void setup() { pinMode(buttonPin, INPUT); pinMode(buzzer, OUTPUT); } void loop() { buttonState = digitalRead(buttonPin); if (I != buttonState) { I = buttonState; if (buttonState == HIGH) { digitalWrite(buzzer, LOW); } else { digitalWrite(buzzer, HIGH); } } } </pre>	ประกาศตัวแปร buttonPin กำหนดไว้ที่ขาที่ 10 ประกาศตัวแปร buzzer กำหนดไว้ที่ขาที่ 11 ประกาศตัวแปร buttonState มีค่าเป็น 0 ประกาศตัวแปร I มีค่าเป็น 0 กำหนดการทำงานของตัวแปร buttonPin กำหนดการทำงานของตัวแปร buzzer กำหนดตัวแปร buttonState เพื่ออ่านค่าลอจิกของ buttonPin ถ้าหากกดปุ่มจะไม่มีเสียงลำโพงดังขึ้น ถ้าหากไม่กดปุ่มจะมีเสียงลำโพงดังขึ้น
---	---

3. การควบคุมหน้าจอแสดงผล (OLED)

1) การติดตั้ง Library Adafruit_SSD1306 และ Adafruit GFX

ไปยังเมนู Sketch เลือก Include Library และเลือก Manage libraries จะมีหน้าต่างปรากฏขึ้น จากนั้นทำการค้นหา Adafruit_SSD1306 และ Adafruit GFX เพื่อติดตั้ง

```
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);

void setup() {
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3c);
  display.clearDisplay();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0,0);
  display.println("Welcome to");
  display.setTextSize(2);
  display.println("BUGBOT");
  display.setTextColor(BLACK, WHITE);
  display.setTextSize(1);
  display.println("EDU SNRU");
  display.setTextColor(WHITE, BLACK);
  display.display();
}

void loop() {
}
```

เคลียร์หน้าจอ
กำหนดขนาดของตัวอักษรเป็น 1
กำหนดสีตัวหนังสือเป็นสีขาว
กำหนดตำแหน่งการแสดงผลข้อความเริ่มต้น
แสดงข้อความ "Welcome to"
กำหนดขนาดของตัวอักษรเป็น 2
แสดงข้อความ "BUGBOT"
กำหนดสีตัวหนังสือเป็นสีดำ ฉากหลังขาว
กำหนดขนาดของตัวอักษรเป็น 1
แสดงข้อความ "EDU SNRU"
กำหนดสีตัวหนังสือเป็นสีขาว ฉากหลังสีดำ

4. การควบคุมการเดินของหุ่นยนต์อัจฉริยะ BUGBOT

ขาที่ควบคุมมอเตอร์ขวา คือขาที่ 2 และ 4 ส่วนขาที่ควบคุมมอเตอร์ซ้าย คือขาที่ 6 และ 7

1) การเดินหน้า

ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เดินหน้าด้วยความเร็ว 40 และวิ่งเป็นเวลา 3 วินาที

```
int MotorPin2 = 2;
int MotorPin4 = 4;
int MotorPin6 = 6;
int MotorPin7 = 7;

void setup() {
  pinMode(MotorPin2, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin4, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin6, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin7, OUTPUT);

  digitalWrite(MotorPin2, HIGH);
  digitalWrite(MotorPin4, LOW);
  digitalWrite(MotorPin6, HIGH);
  digitalWrite(MotorPin7, LOW);
  analogWrite(3, 40);
  analogWrite(5, 40);
  delay(3000);
}
```

2) การเลี้ยงซ้าย

ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เลี้ยงซ้ายที่เชื่อมต่อกับขาที่ 3 และ 5 ด้วยความเร็ว 40 และวิ่งเป็นเวลา 3.5 วินาที

```
int MotorPin2 = 2;
int MotorPin4 = 4;
int MotorPin6 = 6;
int MotorPin7 = 7;

void setup() {
  pinMode(MotorPin2, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin4, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin6, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin7, OUTPUT);

  digitalWrite(MotorPin2, HIGH);
  digitalWrite(MotorPin4, LOW);
  digitalWrite(MotorPin6, LOW);
  digitalWrite(MotorPin7, LOW);
  analogWrite(3, 40);
  analogWrite(5, 40);
  delay(3500);
}
```

3) การเลี้ยงขวา

ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เลี้ยงขวาที่เชื่อมต่อกับขาที่ 3 และ 5 ด้วยความเร็ว 40 และวิ่งเป็นเวลา 3.5 วินาที

```
int MotorPin2 = 2;
int MotorPin4 = 4;
int MotorPin6 = 6;
int MotorPin7 = 7;

void setup() {
  pinMode(MotorPin2, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin4, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin6, OUTPUT);
  pinMode(MotorPin7, OUTPUT);

  digitalWrite(MotorPin2, LOW);
  digitalWrite(MotorPin4, LOW);
  digitalWrite(MotorPin6, HIGH);
  digitalWrite(MotorPin7, LOW);
  analogWrite(3, 40);
  analogWrite(5, 40);
  delay(3500);
}
```

4) การหยุด

ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เลี้ยงขวาที่เชื่อมต่อกับขาที่ 3 และ 5 ด้วยความเร็ว 0

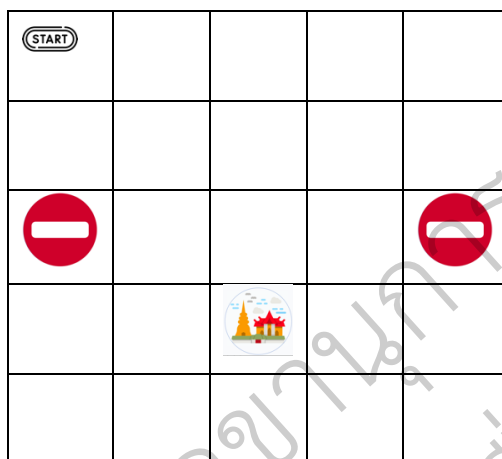
```
int MotorPin2 = 2;
int MotorPin4 = 4;
int MotorPin6 = 6;
int MotorPin7 = 7;

void setup() {
  analogWrite(3, 0);
  analogWrite(5, 0);
}
```

แบบฝึกหัด

การเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ BUGBOT

โจทย์ปัญหาที่ 1 หากเต่าทองต้องการเดินทางไปยังวัดถ้าผ่านได้ในเวลา 06.00 น. ที่มีถนนมีความมืดด้วย เต่าทองจะต้องเดินทางอย่างไร



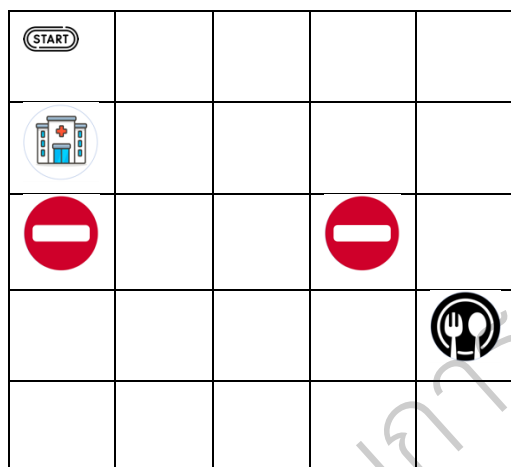
ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

--	--	--	--	--	--	--

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

--

โจทย์ปัญหาที่ 2 เต้าทองต้องการเดินทางไปรับประทานอาหารกลางวันที่ร้านเต้าถ่าน โดยไม่ต้องการเดินทางผ่านโรงพยาบาลเพราะกลัวรถติด ต้องเดินทางอย่างไร

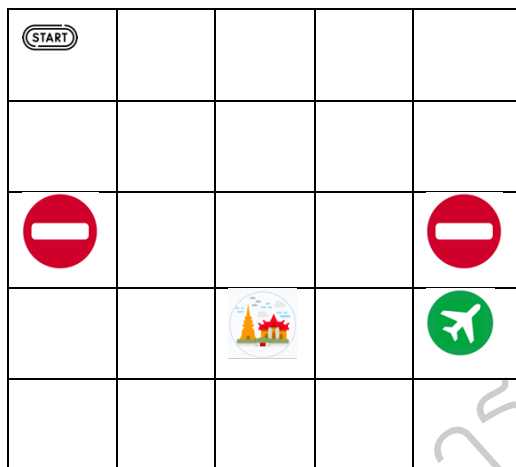


ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

--

โจทย์ปัญหาที่ 3 เต้าทองต้องการแวะไหว้พระที่วัดพระธาตุเชิงชุมวรวิหารก่อนขึ้นเครื่องกลับกรุงเทพฯ แต่ไม่แน่ใจว่าฝนตกไหม จึงอยากเช็คพยากรณ์อากาศก่อนออกเดินทาง



ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

โจทย์ปัญหาที่ 4 หากแต่่าทองต้องการ.....

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

--	--	--	--	--	--	--

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

โจทย์ปัญหาที่ 5 หากแต่ทองต้องการ....

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน

--	--	--	--	--	--	--

ขั้นตอนที่ 2 เขียนโค้ดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์

ภาคผนวก ค
ภาพการดำเนินการวิจัย
การอบรมครูใช้สื่อ BUGBOT





ประวัติคณะทำงาน

- | | | |
|-------------------|---|----------------|
| 1. ชื่อ - นามสกุล | นางสาววราพร อัสวโสมณชัย | หัวหน้าโครงการ |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ | |
| สังกัด | คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร | |
| E-mail | waraporn.at@snru.ac.th | |
| เบอร์โทร | 091-1607410 | |
| 2. ชื่อ - นามสกุล | ดร.พัลลภ จันทร์กระจำง | ผู้ร่วมโครงการ |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ | |
| สังกัด | คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร | |
| E-mail | | |
| เบอร์โทร | | |
| 3. ชื่อ - นามสกุล | นางสาวปวีณา อุ่นลี | ผู้ร่วมโครงการ |
| ตำแหน่ง | อาจารย์ | |
| สังกัด | คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร | |
| E-mail | paween.a.unlee@snru.ac.th | |
| เบอร์โทร | 094-6975326 | |