Group B: *Engineering Educations, Application, and Techniques*

หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

Educational Mobile Robot and Its Expected Learning Outcomes

เศรษฐกาล โปร่งนุช อภิรักษ์ ธิตินฤมิต กฤษกร อินต๊ะวิชัย ชนมภัทร โตระสะ และ นารีนาถ รักสุนทร

สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 1 ถนนอู่ทองนอก เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

Email: sethakarn.pr@ssru.ac.th, aphirak.th@ssru.ac.th, kritsakon.in@ssru.ac.th, chonmapat.to@ssru.ac.th, nareenart.ra@ssru.ac.th

Manuscript received November 21, 2021
Revised December 2, 2021

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ชนิดต่าง ๆ ในปัจจุบัน ได้แก่ การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ การเคลื่อนที่โดยใช้สายพาน การเคลื่อนที่โดยใช้ขา การเคลื่อนที่โดยใช้การบิน การเคลื่อนที่ในน้ำ และการเคลื่อนที่ในรูปแบบอื่น ๆ 2) เสนอแนวทางการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษา: ระบบการศึกษา ได้แก่ การศึกษาแบบโฮมสคูลและการศึกษาในระบบ และระดับการศึกษา ได้แก่ ระดับปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และปริญญาตรี และ 3) เสนอแนวทางการเลือกหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาร่วมกับบทเรียนเพื่อผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6 ด้าน ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา การรับรู้ความสามารถของตนเอง การคิดเชิงคำนวณ ความคิดสร้างสรรค์ แรงจูงใจ และการทำงานร่วมกัน

คำสำคัญ: *หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษา หุ่นยนต์เคลื่อนที่ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง*

ABSTRACT

The purposes of this article are to 1) investigate currently various types of mobile robots including wheel-drive, track-drive, legged, flight, swimming, and other locomotion, 2) provide a guideline to use mobile robots in education: education system, namely home school and formal school, and level of education, i.e., preschool, primary school, high school, and undergraduate degree, and 3) present a guideline for selecting educational mobile robots to integrate with classroom lessons for six expected learning outcomes, namely problem-solving skill, self-efficacy, computational thinking, creativity, motivation, and collaboration.

Keywords: *Educational Mobile Robot, Mobile Robot, Expected Learning Outcomes*

1. บทนำ

หุ่นยนต์ (Robot) คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่งที่มีลักษณะโครงสร้างและรูปร่างแตกต่างกันไป หุ่นยนต์ถูกออกแบบให้มีฟังก์ชันการทำงานตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ และถูกควบคุมการทำงานจากผู้ใช้งานโดยตรง ซึ่งอาจทำได้โดยทางอ้อมและอัตโนมัติ [1]

หุ่นยนต์ชนิดเคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot) หรือหุ่นยนต์เคลื่อนที่ หุ่นยนต์ชนิดนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ และเคลื่อนไหวส่วนประกอบของตัวหุ่นยนต์ได้อย่างอิสระ หุ่นยนต์ประเภทนี้มีโครงสร้างขนาดเล็ก มีระบบเคลื่อนที่ไปมา และมีแหล่งจ่ายพลังงานสำรองภายใน นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา เพื่อไม่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงานของหุ่นยนต์ หรืออุปสรรคในการเคลื่อนที่ หุ่นยนต์

เคลื่อนที่อาจเป็นแบบมีล้อ (Wheel) หรือแบบขา (Leg) แต่ละแบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป โดยหุ่นยนตที่มีขาสามารถเคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระและบันไดได้ดี ขณะที่หุ่นยนต์มีล้อเหมาะกับการเคลื่อนที่บนทางเรียบมากกว่า [2]

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Expected Learning Outcomes) คือ ข้อกำหนดของบทเรียนหรือหลักสูตรการเรียนการสอนที่ต้องแสดงให้เห็นถึงผลการเรียนรู้ที่คาดว่าจะได้รับจากบทเรียนหรือหลักสูตรนั้น ๆ [3] เมื่อจบการศึกษาแล้วผู้เรียนมีความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนหรือหลักสูตร เช่น บทเรียนที่ประกอบด้วยทักษะทั่วไป (Generic Skill) และทักษะเฉพาะทาง (Specific Skill) โดยบทเรียนนี้จะต้องกำหนดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อทำให้บรรลุผลการเรียนรู้ รวมทั้งกำหนดวิธีการประเมินผลที่แสดงให้เห็นการบรรลุผลอย่างชัดเจน

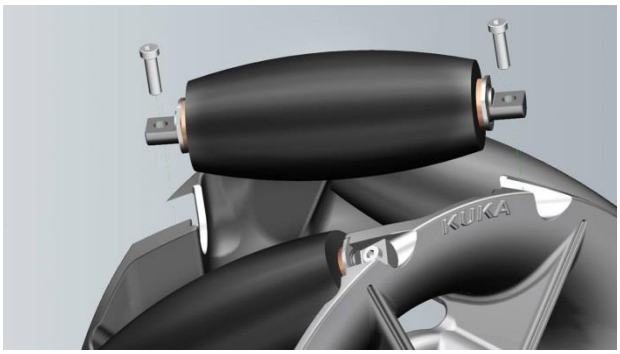
ปัจจุบันพบว่ามีการนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การนำหุ่นยนต์ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ช่วยกระตุ้นความสนใจให้กับผู้เรียนได้มากขึ้น ดังนั้นบทความนี้จะศึกษาหุ่นยนต์เคลื่อนที่ชนิดต่าง ๆ ในปัจจุบัน เสนอแนวทางการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาและการเลือกหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาร่วมกับบทเรียนเพื่อผลการเรียนรู้ที่คาดหวังทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา การรับรู้ความสามารถของตนเอง การคิดเชิงคำนวณ ความคิดสร้างสรรค์ แรงจูงใจ และการทำงานร่วมกัน เนื้อหาต่อจากนี้จะนำเสนอหัวข้อที่ 2 หุ่นยนต์เคลื่อนที่ หัวข้อที่ 3 แนวทางการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปประยุกต์ใช้ในการศึกษา หัวข้อที่ 4 หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษา สำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสรุปผลในหัวข้อสุดท้าย

2. หุ่นยนต์เคลื่อนที่

หุ่นยนต์เคลื่อนที่ออกแบบให้สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ไปปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แบ่งออกได้เป็น 6 ประเภทได้แก่ 1) การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ (Wheel – Drive Locomotion) 2) การเคลื่อนที่โดยใช้สายพาน (Track – Drive Locomotion) 3) การเคลื่อนที่โดยใช้ขา (Legged Locomotion) 4) การเคลื่อนที่โดยการบิน (Flight Locomotion) 5) การเคลื่อนที่ในน้ำ (Swimming Locomotion) และ 6) การเคลื่อนที่ในรูปแบบอื่น ๆ (Other Locomotion) [4] หัวข้อย่อยถัดไปเป็นตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในปัจจุบัน โดยหัวข้อ 2.1 นำเสนอหุ่นยนต์ KMR iiwa ซึ่งเป็นตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยใช้ล้อ หัวข้อ 2.2 กล่าวถึงหุ่นยนต์ Devastator Tank ซึ่งเป็นตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยใช้สายพาน หัวข้อ 2.3 อธิบายหุ่นยนต์สี่ขา ALLBOT ซึ่งเป็นตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยใช้ขา หัวข้อ 2.4 แสดงตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยการบินที่เรียกว่าโดรน Litebee Wing หัวข้อ 2.5 อธิบายตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่โดยการบินซึ่งเป็นเฮลิคอปเตอร์ที่ควบคุมด้วยการสั่งการจากสมอง หัวข้อ 2.6 ตัวอย่างโดรนดำน้ำ (Underwater Drone) เป็นหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในน้ำ และหัวข้อ 2.7 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับหุ่นยนต์งูซึ่งเป็นตัวอย่างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ในรูปแบบอื่น ๆ รายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 หุ่นยนต์ KMR iiwa

หุ่นยนต์ KUKA Mobile Robotik (KMR) iiwa ผลิตโดยบริษัท KUKA ประเทศเยอรมนี [5] จุดเด่นของหุ่นยนต์นี้คือ ใช้เทคโนโลยีล้อที่มีการเคลื่อนที่แบบรอบทิศทาง ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในทุก ๆ ทิศทาง หนึ่งล้อประกอบด้วยแผ่นขอบวงล้อสองแผ่นและลูกกลิ้งเก้าชิ้นที่หมุนได้อย่างอิสระ ติดตั้งทำมุม 45 องศาในแนวระนาบ แสดงดังรูปที่ 1 ล้อทั้งหมดถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเพียงหนึ่งตัว



รูปที่ 1 *ล้อหุ่นยนต์ KMR iiwa [5]*

2.2 หุ่นยนต์ Devastator Tank

หุ่นยนต์ Devastator Tank สร้างจากทีมพัฒนาของ DFRobot [6] แสดงดังรูปที่ 2 หุ่นยนต์นี้มีโครงสร้างผลิตจากอลูมิเนียมอัลลอยจึงมีความแข็งแรง สามารถเชื่อมต่อสายไฟฟ้าและสายสัญญาณได้ง่ายจากการเสียบเข้าและถอดออกจากพอร์ต (Port)

การเชื่อมต่อมาตรฐาน และรองรับน้ำหนักได้สูงสุดถึง 3 กิโลกรัม

รูปที่ 2 *หุ่นยนต์ Devastator Tank [6]*

2.3 หุ่นยนต์สี่ขา ALLBOT

หุ่นยนต์สี่ขา ALLBOT แสดงดังรูปที่ 3 [7] ผลิตโดยบริษัท Velleman ประเทศเบลเยียม หุ่นยนต์นี้สามารถโปรแกรมการทำงานบนบอร์ด Arduino UNO ได้อย่างอิสระ การทำงานของขาหุ่นยนต์ถูกควบคุมจากการหมุนของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) โดยสามารถสั่งผ่านสัญญาณอินฟราเรด (Infrared) จากแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน (Smartphone)

รูปที่ 3 *หุ่นยนต์สี่ขา ALLBOT [7]*

2.4 โดรน Litebee Wing

โดรน Litebee Wing [8] แสดงดังรูปที่ 4 เป็นโดรนจากประเทศจีนพัฒนาโดยบริษัท Makerfire โดรน Litebee Wing ถูกออกแบบเพื่อใช้สำหรับการศึกษาในการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) รองรับการพัฒนาด้วยภาษาไพทอน (Python) และสแครช (Scratch) บนบอร์ดไมโครบิต (Microbit) ซึ่งเป็นส่วนควบคุมและประมวลผลหลัก กล้องถ่ายภาพมีความละเอียด 8 ล้านพิกเซล สามารถเชื่อมต่อด้วยโมดูลอาร์จีบี (RGB) หรือบัสเซอร์ (Buzzer) เพิ่มเติมได้อีกด้วย

รูปที่ 4 *โดรน Litebee Wing [8]*

2.5 เฮลิคอปเตอร์ควบคุมด้วยการสั่งการจากสมอง

เฮลิคอปเตอร์ควบคุมด้วยการสั่งการจากสมอง (Brain-Controlled Helicopter) [9] แสดงดังรูปที่ 5 มีระบบการควบคุมด้วยแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต (Tablet) เชื่อมต่อกับสัญญาณบลูทูท (Bluetooth) ของอุปกรณ์ครอบหัวที่มีเซนเซอร์ EEG (Electro- encephalography) เซนเซอร์ EEG จะแปลงสัญญาณสมองไปเป็นคำสั่งเพื่อให้เกิดการหมุนของทรงกลมที่มีลักษณะเป็นกรงเพื่อป้องกันการชนกับวัตถุต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการบินเฮลิคอปเตอร์ได้จากสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต

รูปที่ 5 *เฮลิคอปเตอร์ควบคุมด้วยการสั่งการจากสมอง [9]*

2.6 โดรนดำน้ำ

โดรนดำน้ำผลิตโดยบริษัท QYSEA ประเทศจีน [10] โดรนดำน้ำของบริษัทนี้ได้ถูกพัฒนามาหลายรุ่น โดยโดรนดำน้ำรุ่นที่ 6 แสดงดังรูปที่ 6 โดรนรุ่นนี้มีกล้องสำหรับถ่ายภาพใต้น้ำซึ่งมีความละเอียดสูงถึงระดับ 4K มีแว่น VR (Virtual Reality) สำหรับการจำลองภาพเสมือนการนั่งควบคุมโดรนอยู่ใต้น้ำ โดรนดำน้ำสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระจากใบพัดทั้ง 6 ใบ และดำน้ำลึกได้ถึง 100 เมตร

รูปที่ 6 *โดรนดำน้ำรุ่นที่ 6 [10]*

2.7 หุ่นยนต์งู

หุ่นยนต์งู (Snakebot) [11] แสดงดังรูปที่ 7 หุ่นยนต์งูเกิดจากงานวิจัยที่นำเสนอการออกแบบ วิเคราะห์ และการเลือกใช้มอเตอร์กับเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อสร้างเป็นหุ่นยนต์งูด้วยการพิมพ์โครงสร้างจากเครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) ต้นแบบหุ่นยนต์งูสามารถเคลื่อนที่บนพื้นคอนกรีตด้วยความเร็ว 80 มิลลิเมตรต่อวินาที และเคลื่อนที่บนก้อนกรวดหรือลูกรังด้วยความเร็วประมาณ 15 มิลลิเมตรต่อวินาที แต่หุ่นยนต์งูไม่สามารถเคลื่อนที่บนสนามหญ้าหรือบนทราย

รูปที่ 7 *หุ่นยนต์งู [11]*

3. แนวทางการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษา

หัวข้อนี้จะนำเสนอแนวทางการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปใช้เพื่อการศึกษาทั้งการศึกษาแบบโฮมสคูล (Home School) และการศึกษาในระบบ ได้แก่ การศึกษาระดับปฐมวัย การศึกษาระดับประถมศึกษา การศึกษาระดับมัธยมศึกษา และการศึกษาระดับปริญญาตรี รายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษาแบบโฮมสคูล

การศึกษาแบบโฮมสคูลเป็นการศึกษาในระบบที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยครอบครัว ภายใต้การควบคุมของสำนักงานคณะกรรมการขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองสามารถจัดระบบการเรียนการสอนในรูปแบบที่เหมาะสมให้แก่บุตรของตนเองได้ที่บ้าน ด้วยการเลือกใช้หุ่นยนต์ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดที่มีสัญลักษณ์แสดงวัยที่เหมาะสมต่อการเล่น เช่น หุ่นยนต์เลโก้ (LEGO Robot) [12] อาจจะเป็นหุ่นยนต์เลโก้ดูโพล (Lego Duplo) หรือเลโก้จูเนียร์ (Juniors) หรือหุ่นยนต์สำเร็จรูปแบบอื่นเป็นสื่อในการสอน โดยให้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเซนเซอร์ การเลือกฟังก์ชันการทำงานสำเร็จรูปมาควบคุมหุ่นยนต์ หรือการใช้งานแบตเตอรี่ (Battery) ช่วยให้สามารถเพิ่มแรงจูงใจ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนเสริมสร้าง

ความสัมพันธ์ในครอบครัวได้ ตัวอย่างบิดานำหุ่นยนต์เลโก้สอนบุตร แสดงดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 *บิดานำหุ่นยนต์เลโก้มาสอนบุตร*

3.2 การศึกษาปฐมวัย

การศึกษาปฐมวัยเป็นการพัฒนาเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนอายุถึง 5 ปี การศึกษานี้เป็นพื้นฐานการอบรม เลี้ยงดู การส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ และพัฒนาการของเด็กแต่ละคน เพื่อสร้างรากฐานคุณภาพชีวิตให้เด็กพัฒนาไปสู่ความเป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ตัวอย่างการนำหุ่นยนต์ขนาดเล็กช่วยสอนภาษาเพื่อกระตุ้นความสนใจจากเด็ก และส่งเสริมทักษะภาษาอังกฤษสำหรับเด็ก แสดงดังรูปที่ 9 [13] หุ่นยนต์นี้สร้างจากเครื่องพิมพ์สามมิติ ประกอบด้วยไมโครคอนโทรเลอร์รุ่น Arduino Nano เซอร์โวมอเตอร์ มอเตอร์ และบลูทูท สำหรับช่วงการศึกษาปฐมวัยนี้เสนอให้เลือกใช้หุ่นยนต์ที่มีขายทั่วไปตามท้องตลาดที่มีสัญลักษณ์แสดงวัยที่เหมาะสมต่อการเล่น เช่น หุ่นยนต์เลโก้ดูโพล [12] ซึ่งจะมีชิ้นส่วนขนาดใหญ่เหมาะกับการถือของเด็ก และสะดวกต่อการประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์เบื้องต้นได้

3.3 การศึกษาระดับประถมศึกษา

การศึกษาระดับประถมศึกษาเป็นลำดับการศึกษาขั้นที่สองต่อจากการศึกษาปฐมวัย แบ่งเป็นสองช่วงชั้น ได้แก่ ประถมศึกษาตอนต้นและประถมศึกษาตอนปลาย มีงานวิจัยที่สอนการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์โดยง่ายจากรหัสคิวอาร์โค้ด (QR Code) [14] ด้วยการกำหนดรหัสคำสั่งในการควบคุมหุ่นยนต์ แสดงดังรูปที่ 10 ผลการวิจัยที่อ้างถึงนี้พบว่า รหัสคำสั่งด้วยคิวอาร์โค้ด ทำให้เด็กสามารถเรียนรู้และโปรแกรมหุ่นยนต์ได้โดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ ในระดับประถมศึกษาตอนต้นและตอนปลายควรเลือกใช้หุ่นยนต์ที่มีการเคลื่อนไหวได้ เช่น หุ่นยนต์เลโก้รุ่นเทคนิค (LEGO Technic) ที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับยานพาหนะและเครื่องยนต์ และเลโก้มายด์สตอร์ม (Mindstorms) ที่เป็นแนวประกอบหุ่นยนต์

รูปที่ 9 *การนำหุ่นยนต์ขนาดเล็กมาช่วยสอนภาษา [13]*

รูปที่ 10 *การกำหนดรหัสคำสั่งในการควบคุมหุ่นยนต์ [14]*

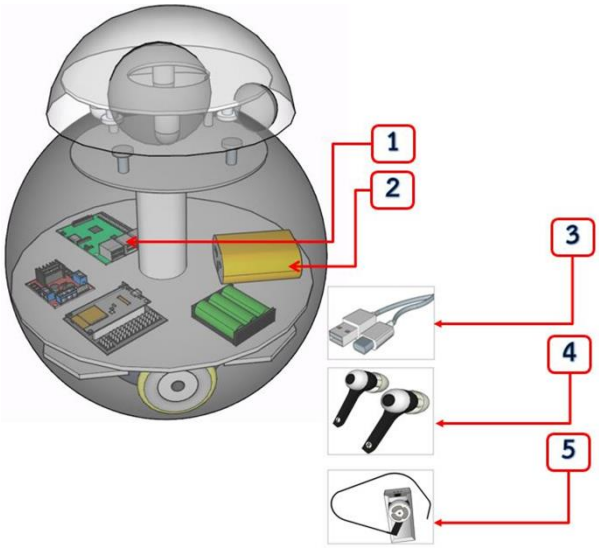
3.4 การศึกษาระดับมัธยมศึกษา

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาเป็นลำดับการศึกษาขั้นที่สามต่อจากการศึกษาระดับประถมศึกษา แบ่งเป็นสองช่วงชั้น ได้แก่ มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย มีงานวิจัยที่นำเสนอ

การส่งเสริมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่ความเป็นเลิศด้านการสร้างหุ่นยนต์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา [15] ผลการวิจัยที่อ้างถึงนี้พบว่า การสร้างหุ่นยนต์ได้รูปแบบเป็น ROBOTIC MODEL ที่ประกอบด้วยบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Role of Stakeholders: R) การกำหนดวัตถุประสงค์อย่างมีเป้าหมาย (Objective: O) การทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ (Benefit: B) การสร้างโอกาสอย่างเหมาะสม (Opportunity: O) การทำงานประสานร่วมกัน (Team work: T) การบูรณาการองค์ความรู้ (Integration: I) การสร้างความท้าทาย (Challenge: C) เป็นแนวทางการส่งเสริมกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่ความเป็นเลิศด้านการสร้างหุ่นยนต์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจากการวิจัยเชิงคุณภาพ หุ่นยนต์ที่เหมาะสมกับ ROBOTIC MODEL จากงานวิจัยดังกล่าว ได้แก่ หุ่นยนต์เลโก้มายด์สตอร์มที่เป็นแนวประกอบหุ่นยนต์ โดยมีองค์ประกอบการเรียนรู้การทำงานของหุ่นยนต์ เช่น ความรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมไฟฟ้า เครื่องกล แมคคาทรอนิกส์ (Mechatronics) และคอมพิวเตอร์ ซึ่งความรู้เหล่านี้พื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาในระดับปริญญาตรี

3.5 การศึกษาระดับปริญญาตรี

สำหรับการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีการนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปใช้เพื่อการศึกษา ได้แก่ สาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์และสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ [16] ทั้งสองสาขาเป็นศาสตร์ทางด้านหุ่นยนต์โดยตรง นอกจากนี้สาขาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์ เช่น สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ได้นำเทคโนโลยีหุ่นยนต์ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาต่าง ๆ นักศึกษาที่สนใจได้นำความรู้ด้านหุ่นยนต์ไปพัฒนาต่อเพื่อเป็นโครงงาน ตัวอย่างเช่น งานวิจัยที่นำเทคโนโลยีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ (Technology-assisted Learning) ในรายวิชาระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) [17] การพัฒนาหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ [18]-[19] โดยได้รับแรงบันดาลใจจากหุ่นยนต์สตาร์วอร์ส (Star Wars) แสดงดังรูปที่ 11 ผลจากการศึกษาของงานวิจัยข้างต้น พบว่าการเลือกใช้หุ่นยนต์ในระดับปริญญาตรีสามารถเลือกได้อย่างอิสระ ขึ้นกับความสนใจของนักศึกษา แต่หากเรียนในสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์แล้วควรเลือกซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ มาประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ และเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์



รูปที่ 11 *โครงสร้างหุ่นยนต์ประชาสัมพันธ์ [18] – [19]*

4. หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ในหัวข้อนี้นำเสนอการบูรณาการหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังซึ่งแสดงผลลัพธ์แบ่งออกเป็น 6 ด้าน [20] ได้แก่ 1) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem-solving Skills) 2) การรับรู้ความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) 3) การคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) 4) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) 5) แรงจูงใจ (Motivation) และ 6) การทำงานร่วมกัน (Collaboration) ตามความเหมาะสมของการจัดรูปแบบการเรียนรู้จากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังแสดงดังรูปที่ 12 รายละเอียดอธิบายในหัวข้อย่อยถัดไป

4.1 ทักษะการแก้ปัญหา

ทักษะการแก้ปัญหาเป็นความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติซึ่งจำเป็นต้องมีการนำองค์ความรู้และทักษะต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหา หรือสนองความต้องการในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ทักษะการแก้ปัญหานี้อาจแสดงออกในรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหา [21] เช่น การที่นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาได้นำเลโก้ (LEGO) มาประกอบเป็นหุ่นยนต์เลโก้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานตามความต้องการ เช่น

หุ่นยนต์เดินตามเส้น หากหุ่นยนต์ไม่เดินตามเส้นทาง ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหาในรูปแบบเงื่อนไข หุ่นยนต์เคลื่อนไหวตามเซนเซอร์และหยิบจับวัตถุต่าง ๆ เมื่อการทำงานไม่เป็นไปตามรูปแบบหรือคำสั่งที่กำหนดไว้ต้องใช้ทักษะการแก้ปัญหาในรูปแบบเงื่อนไขเช่นกัน แสดงดังรูปที่ 13 ด้วยการโปรแกรมการทำงานจากซอฟต์แวร์สำเร็จรูป

รูปที่ 12 *การศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง [20]*

4.2 การรับรู้ความสามารถของตนเอง

การรับรู้ความสามารถของตนเองหมายถึง การตัดสินความสามารถของตนเองว่าจะสามารถทำงานได้ในระดับใด หรือเป็นความเชื่อของบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิต ความเชื่อในความสามารถตนเองพิจารณาจากความรู้สึก ความคิด การจูงใจ และพฤติกรรม [22] มีงานวิจัยที่ได้นำหุ่นยนต์เลโก้ประกอบการเรียนรู้ในลักษณะการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อ (Game-based Learning) [23] มีการประเมินผลทั้งก่อนและหลังเรียน ผลลัพธ์ที่ได้ส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น โดยผู้เรียนเองกลายเป็นความรู้และนักเรียนมีการปรับตัวเพื่อรู้จักกับหุ่นยนต์เลโก้รุ่นอีวีสาม (LEGO EV3 Robot) ซึ่งสอดคล้องกับคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ จากผลการศึกษาของงานวิจัยข้างต้นจึงเสนอเลือกใช้หุ่นยนต์สำเร็จรูปที่รองรับการโปรแกรมการทำงานด้วยภาษาคอมพิวเตอร์มาเป็นตัวทดสอบ พร้อมทั้งประเมินจากผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

4.3 การคิดเชิงคำนวณ

การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางหาคำตอบอย่างเป็นขั้นตอนที่สามารถนำไปปฏิบัติได้โดยบุคคลหรือหุ่นยนต์อย่างถูกต้อง การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ เช่น การจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และวิธีแก้ปัญหาทีละขั้นตอน รวมทั้งช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อน หรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้ วิธีคิดเชิงคำนวณจะช่วยทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนเข้าใจได้ง่ายขึ้น [24] เช่น การเรียนรู้จากหุ่นยนต์หยอดเหรียญอัจฉริยะ รองรับการควบคุมระยะไกล สามารถเต้นรำ ร้องเพลง พูดคุย บันทึกเสียง และสามารถเก็บเหรียญได้ [25] แสดงดังรูปที่ 14 สำหรับด้านการคิดเชิงคำนวณอาจเลือกใช้หุ่นยนต์สำเร็จรูปที่รองรับการโปรแกรมการทำงานด้วยภาษาคอมพิวเตอร์มาเป็นตัวทดสอบด้วยการโปรแกรมการทำงานที่ต้องอาศัยการคำนวณก่อนที่จะทำงานนั้น จากนั้นจึงประเมินจากผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

4.4 ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ คือการผลิตความคิดหลากหลายที่จะก่อให้เกิดการเพิ่มพูนประสิทธิผล เช่น หน้าตาหรือรูปร่างของผลิตภัณฑ์ ความคิดสร้างสรรค์สะท้อนถึงกระบวนการและบุคคล ซึ่งกระบวนการนี้มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจนในการตอบสนองความต้องการ ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่พัฒนาและปรับปรุงได้ และทุกคนมีความคิดสร้างสรรค์มาตั้งแต่กำเนิดต่างกันตรงที่จะมากหรือน้อย และมีสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนความคิดสร้างสรรค์นั้นหรือไม่ ซึ่งผู้ที่ไม่ได้รับการสนับสนุน และตอบสนองในทางบวกจากความคิดสร้างสรรค์ จะทำให้เกิดกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ได้ยากขึ้นในภายหน้า [26] ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยนำเอาความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ [27] ความสำคัญต่อผู้เรียนคือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนสร้างนวัตกรรมโดยใช้หุ่นยนต์ไมโครบิต (Microbit Robot) แสดงดังรูปที่ 15 [28] สำหรับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีบอร์ดขยาย

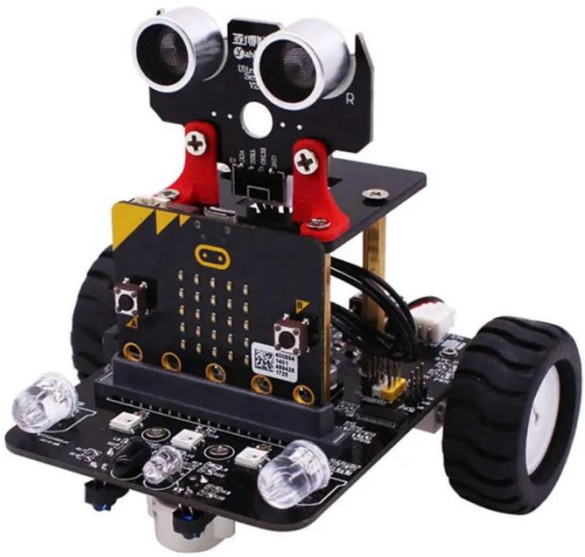
(Expansion Board) ช่วยให้สามารถเรียนรู้การทำงานของหุ่นยนต์เบื้องต้นไปจนถึงซับซ้อนมากขึ้น ได้แก่ การเคลื่อนที่ตามเส้นด้วยการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ให้มีหลายเส้นทางหรือเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกหลาย ๆ จุด การเคลื่อนที่หลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวางด้วยคลื่นเสียงที่คิดเชิงสร้างสรรค์ให้สอดคล้องกับการหลบหลีกตามแบบของสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติ การเปลี่ยนสีของแสงให้กลมกลืนกับธรรมชาติ ร้องเพลง และเล่นเพลงเลียนเสียงธรรมชาติ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของงานวิจัยที่ได้ศึกษา

4.5 แรงจูงใจ

แรงจูงใจเป็นส่วนสำคัญที่จะกระตุ้นการเรียนรู้และพัฒนาด้านภาษา ต้องการที่จะฝึกฝนเพื่อพัฒนาตนเอง หากผู้เรียนไม่มีแรงจูงใจความต้องการในส่วนนี้จะไม่เกิดหรือเกิดขึ้นเองน้อยมาก [29] โดยมีงานวิจัยที่นำเทคโนโลยีช่วยส่งเสริมการเรียนรู้มาใช้ในการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจในการพัฒนาหุ่นยนต์ ได้แก่ หุ่นยนต์ CE-R1 แสดงดังรูปที่ 16 และโดรนขนาดเล็กสำหรับใช้ในอาคาร แสดงดังรูปที่ 17 [17] นอกจากนี้การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย [30] ซึ่งจัดทุกปีโดยสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น เพื่อส่งเสริมเยาวชนให้มีการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และศาสตร์ทางด้านหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ การสร้างแรงจูงใจนี้สามารถเลือกใช้หุ่นยนต์ที่สอดคล้องกับการแข่งขัน หรือหุ่นยนต์ที่มีรูปร่างหน้าตาคล้ายตัวละครในการ์ตูนหรือภาพยนตร์ จะเป็นการช่วยเสริมสร้างแรงจูงใจให้แก่เยาวชน ให้มีพัฒนาการด้านทักษะการออกแบบหุ่นยนต์ในอนาคตได้อีกด้วย

รูปที่ 13 *นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษานำหุ่นยนต์เลโก้มาแก้ไขปัญหา*

รูปที่ 14 *หุ่นยนต์หยอดเหรียญอัจฉริยะ [25]*



รูปที่ 15 *หุ่นยนต์ไมโครบิต [28]*

รูปที่ 16 *หุ่นยนต์ CE-R1 [17]*

รูปที่ 17 โดรนขนาดเล็กสำหรับใช้ในอาคาร [17]

4.6 การทำงานร่วมกัน

การทำงานร่วมกันหมายถึง การทำกิจกรรมร่วมกันของบุคคลหรือองค์กรตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยมีการสร้างความเข้าใจ ร่วมกำหนดหลักการ ข้อตกลง วางแผนการทำกิจกรรม และการประเมินผล เพื่อให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน โดยเฉพาะการจัดการสิ่งแวดล้อมจำเป็นต้องทำงานร่วมกันจากทุกภาคส่วนในการแสดงความคิดเห็น ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ กำหนดแผนงานโครงการและร่วมดำเนินงานโดยมีกรอบการปฏิบัติงานที่ชัดเจน ซึ่งจะทำให้การทำงานร่วมกันการจัดการสิ่งแวดล้อมมีประสิทธิภาพและยั่งยืน ประสบผลสำเร็จอย่างแน่นอน [31] โดยหลักสูตรซีเอ็ดนักออกแบบนวัตกรรมสำหรับโรงเรียน (SE-ED STEM Education) โดยเน้นการสร้างพื้นฐานทักษะการเรียนรู้ด้านการออกแบบและสร้างนวัตกรรม ตลอดจนการทำงานเป็นทีมซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ด้วยการนำชุดหุ่นยนต์ HunaRobo แสดงดังรูปที่ 18 มาใช้เป็นสื่อการสอนหลักในหลักสูตร มีจุดเด่นในด้านของความสามารถในการนำมาออกแบบสิ่งของต่าง ๆ ได้ง่าย สามารถเรียนรู้ได้ตั้งแต่หุ่นยนต์ขั้นพื้นฐานไปจนถึงขั้นสูง [32] ในหัวข้อทักษะการทำงานร่วมกันนี้ ครูหรือ อาจารย์ จะต้องออกแบบหลักสูตรหรือรูปแบบการเรียนรู้ให้มีการทำงานร่วมกันในการออกแบบและสร้างหุ่นยนต์ หรืออาจนำหุ่นยนต์สำเร็จรูปมาเป็นตัวอย่างการประกอบร่วมกัน รวมทั้งจัดกิจกรรมให้มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนอีกด้วย

รูปที่ 18 *การทำงานร่วมกันในการประกอบชุดหุ่นยนต์ HunaRobo [32]*

5. สรุปผล

หุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ได้นำเสนอ วัตถุประสงค์ของบทความวิชาการแบ่งออกเป็น 3 ข้อ ประกอบด้วย 1) การนำเสนอหุ่นยนต์เคลื่อนที่นิยมในปัจจุบัน หุ่นยนต์เคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อ การเคลื่อนที่โดยใช้ล้อสายพาน การเคลื่อนที่โดยใช้ขา การเคลื่อนที่โดยการบิน การเคลื่อนที่ในน้ำ และการเคลื่อนที่ในรูปแบบ

อื่น ๆ 2) แนวทางหรือแนวโน้มที่จะนำหุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปใช้เพื่อการศึกษาแบบโฮมสคูล หรือการศึกษาในระบบการศึกษาตั้งแต่ปฐมวัย ประถมศึกษา มัธยมศึกษา และระดับปริญญาตรี การนำหุ่นยนต์ไปใช้ร่วมกับการศึกษาในชั้นเรียนหรือโฮมสคูล ควรเลือกหุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อนในการทำงานให้เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน และ 3) แนวทางการบูรณาการด้วยหุ่นยนต์เคลื่อนที่เพื่อการศึกษาสำหรับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ซึ่งแสดงผลลัพธ์แบ่งออกเป็น 6 ด้าน ประกอบด้วย ทักษะการแก้ปัญหา การรับรู้ความสามารถของตนเอง การคิดเชิงคำนวณ ความคิดสร้างสรรค์ แรงจูงใจ และการทำงานร่วมกัน ควรเลือกใช้หุ่นยนต์ที่สามารถประกอบและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ พร้อมรองรับการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน เพื่อสอดคล้องกับการจัดรูปแบบการเรียนรู้ทั้งปัจจุบันและอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน, “โครงการจ้างที่ปรึกษาเพื่อจัดทำยุทธศาสตร์การพัฒนากำลังคนในอุตสาหกรรมดิจิทัลและหุ่นยนต์อุตสาหกรรม,” สถาบันที่ปรึกษาเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพในราชการ(สปธ.), pp. 1–102, มกราคม 2561.

[2] หทัยเทพ วงศ์สุวรรณ, วรพจน์ โรจนสโรช, วันชัย นพฤทธิ, and อิสระพงศ์ ลือวัฒนะ, "Design and development of a biologically inspired hexapod robotic explorer," The 24th Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand (ME-NETT 2021), pp. 1-7, October 2010.

[3] "Guide to AUN-QA assessment at programme level version 3.0," ASEAN University Network (AUN), October 2015.

[4] บริพัตร นิลอ้วน, “การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์,” จาก https://www.nsm.or.th/other-service/1757-online-science/knowledge-inventory/sci-article/science-article-nsm/3978-locomotion.html

[5] “เทคโนโลยีการขับเคลื่อน KUKA omniMove,” จาก https://www.kuka.com/th-th/ผลิตภัณฑ์/ระบบเคลื่อนที่/เทคโนโลยีการขับเคลื่อน-kuka-omnimove

[6] DFRobor, “Devastator tank mobile robot platform,” จาก https://th.cytron.io/c-development-tools/c-educational-training-kit/c-robot-kit/p-devastator-tank-mobile-robot-platform

[7] Velleman, “ALLBOT programmable four legged robot kit,” จาก https://www.robot shop.com/en/allbot-programmable-four-legged-robot-kit.html

[8] Makerfire, “Litebee wing drone bit,” จาก https://www.robotshop.com/en/litebee-wing-drone-bit.html

[9] Puzzlebox, “Orbit mobile brain-controlled helicopter,” จาก https://www.robot shop.com/en/orbit-mobile-brain-controlled-helicopter.html

[10] QYSEA, “Underwater Drone V6,” จาก https://www.robotshop.com/en/underwater-drone-v6.html

[11] M. Krzysztof, and W. Panfil "Design of a motion system for 3D printed snakebot," Technical Sciences, vol. 24, pp. 57-66, July 2021.

[12] Bers, Marina, et al. "Innovative session: early childhood robotics for learning." Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences. 2006.

[13] P. Laopilai, and S. Krootjohn, "Development of a small robot assisted language learning to promote english skills for kindergarten," Academic Journal of Management Technology (AJMT), vol. 1, pp. 13-22, March 2020.

[14] ศิวาพร เหมียดไธสง, and เที่ยง เหมียดไธสง, "Development of tangible programming with QR code to control robots for elementary school students," ECTI Transaction on Application Research and Development, vol. 2, pp. 8-14, 2021.

[15] N. Jamnianpol, W. Phengphan, K. Boonya, and S. Promsuwicha, "Guidelines for promoting of student development activities toward the robot coding excellence for student of lower secondary school," CMU Journal of Education, vol. 5, pp. 104-114, 2021.

[16] S. Sitjongsataporn, K. Moolpho, and S. Prongnuch, "Gripper finger design for automatic bottle opener," Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ), vol. 6, no. 2, pp. 1065-1073, 2021.

[17] S. Prongnuch, and S. Sitjongsataporn, "Technology-assisted learning on embedded systems with multi-single board," International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI), Nakhon Ratchasima, Thailand, 2021.

[18] C. Marutthapol, S. Warawut, P. Sakkarin, S. Prongnuch, and K. Rusmee, "The development of Suan Sunandha Rajabhat University PR robot," The 11th Engineering, Science, Technology and Architecture Conference (ESTACON), Nakhon Ratchasima, Thailand, pp. 881-886, August 2020.

[19] S. Prongnuch, and S. Sitjongsataporn, "Differential drive analysis of spherical magnetic robot using multi-single board computer," International Journal of Intelligent Engineering and Systems (IJIES), vol. 14, no. 4, pp. 264-275, 2021.

[20] S. Evripidou, K. Georgiou, L. Doitsidis, A. A. Amanatiadis, Z. Zinonos, and S. A. Chaatzichristofis, "Educational robotics: platforms, competitions and expected learning qutcomes." IEEE Access, vol. 8, pp. 219534-219562, December 2020.

[21] OHOADMIN, "การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา ตอนที่ 3," จาก http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving3

[22] P. Sirited, and N. Thammaseeha, "Self-efficacy theory and self-healthcare behavior of the elderly," Journal of The Royal Thai Army Nurses, vol. 20, pp. 58-65, April 2019.

[23] J. Thanyaphongphat, K. Thongkoo, K. Daungcharone and W. Areeprayolkij, "A game-based learning approach on robotics visualization for loops in programming concepts," 2020 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON), Pattaya, Thailand, pp. 381-385, May 2020.

[24] ฉัตรพงศ์ ชูแสงนิล, "แนวคิดเชิงคำนวณ," จาก https://www.scimath.org/lesson-technology/item/10560-2019-08-28-02-43-20

[25] "ของเล่น โรบอท Robot หุ่นยนต์อัจฉริยะ ชุด Toy Robot Sound Control Serving Robot Intelligent Coin Bank Robot Wholesale," จาก https://shopee.co.th/ของเล่น-โรบอท-Robot-หุ่นยนต์อัจฉริยะ-ชุด-Toy-Robot-Sound-Control-Serving-Robot-Intelligent-Coin-Bank-Robot-Wholesale-i.15609220.9759381990?sp_atk=19072bfc-6018-4857-980d-4b39e331d0b3

[26] "ความคิดสร้างสรรค์," e-Learning PSRU จาก http://elearning.psru.ac.th/courses/240/elearning%203.pdf

[27] N. Phusing, "Science teacher development model through stem education for the schools with non-science majoring teachers (NSMT)," Journal of MCU Ubon, vol. 5, pp. 439-454, December 2020.

[28] "ขายดี ! แถมคอร์สเรียนและเคส หุ่นยนต์ microbit วิ่งตามเส้น พร้อมบอร์ด ไมโครบิต v2 Yahboom Bitbot Line Tracking Robot," จาก https://shopee.co.th/ขายดี-!-แถมคอร์สเรียนและเคส-หุ่นยนต์-microbit-วิ่งตามเส้น-พร้อมบอร์ด-ไมโครบิต-v2-Yahboom-Bitbot-Line-Tracking-Robot-i.183816098.4900899305?sp_atk=2e856d18-b664-4a32-9da1-3b53bc7801ba

[29] A. Phonasawai, and S. Chetchumlong, "Developing motivation in learning english for communication using project-based learning," Academic Journal of Humanities and Social Sciences Burapha University, vol. 55, pp. 232-255, April 2019.

[30] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), "การแข่งขันหุ่นยนต์ ส.ส.ท. ชิงแชมป์ประเทศไทย ประจำปี 2563," จาก https://www.tpa.or.th/news.php?id=2006

[31] P. Tubtim, "Strategies for collaboration in sustainable environmental management," Journal of MCU Nakhondhat, vol. 7, pp. 451-464, November 2020.

[32] "หลักสูตรนักออกแบบวัตกรรมภายใต้การเรียนรู้แบบ STEM Education," จาก http://www.se-edstemeducation.com/สนุกกับหุ่นยนต์

เศรษฐกาล โปร่งนุช จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต กับวิศ วกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาย่อยวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำและหัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรม หุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ ระบบสมองกลฝังตัว เอฟพีจีเอ ระบบที่มีตัวประมวลผลหลายชนิด และหุ่นยนต์

อภิรักษ์ ธิตินฤมิต จบการศึกษาครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (สาขาย่อยโทรคมนาคม)มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (สาขาย่อยโทรคมนาคม) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อากาศยานไร้คนขับ และการสื่อสารไร้สาย

กฤษกร อินต๊ะวิชัย จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ การออกแบบวงจรดิจิทัล และหุ่นยนต์

ชนมภัทร โตระสะ จบการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต และครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ ระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง และการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

นารีนาถ รักสุนทร จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง Master of Science (Electrical Engineering) จาก University of Colorado และ Doctor of Philosophy (Electrical Engineering) จาก Mississippi State University ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมหุ่นยนต์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่ การประมวลผลภาพดิจิทัล การจดจำรูปแบบ และการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากระยะไกล