

Journal of Digital Education and Learning Engineering

ดำเนินการวารสารโดย สมาคมการศึกษาดิจิทัลและวิศวกรรมการเรียนรู้

กรอบแนวคิดห้องเรียนหุ่นยนต์แบบผสมผสานเพื่อยกระดับสมรรถนะหุ่นยนต์ของผู้เรียนใน โรงเรียนไทย

Hybrid Robotics Classroom: A Conceptual Framework for Advancing Robotics Competency in Thai Schools

จิรพิพัฒน์ ธัญพงษ์ภัทร¹, พรธิดา แก้วกมล^{1*}, สมเกียรติ น่วมนา¹, และ ธัชกร วงศ์คำชัย²

Jirapat Thanyaphongphat¹, Porntida Kaewkamol^{1*}, Somkeit Noamna & Tachakorn Wongkumchai²

วิทยาลัยศิลปะ สื่อ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่¹, คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี²

College of Arts, Media and Technology, Chiang Mai University, Thailand¹, Faculty of Management Science, Dhonburi Rajabhat University, Bangkok, Thailand²

Received: December 10, 2025 Revised: December 13, 2025 Accepted: December 21, 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านการเรียนรู้หุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสาน ด้วยการเชื่อมโยงการเรียนรู้ผ่านสนามจริง (Physical Robotics) การเรียนรู้ผ่านระบบจำลองหุ่นยนต์ (Robotics Simulator) และการใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ (AI Tools for Robotics Learning) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาด้านหุ่นยนต์ในประเทศไทยให้สอดคล้องกับยุคดิจิทัล ทั้งนี้ แม้ว่าประเทศไทยมีความก้าวหน้าในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีให้แก่เยาวชนอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม สถานศึกษาในประเทศไทยยังคงเผชิญข้อจำกัดที่สำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาด้านหุ่นยนต์ อันได้แก่ ความเหลื่อมล้ำทางทรัพยากร ค่าใช้จ่ายด้านอุปกรณ์ที่มีมูลค่าสูง ข้อจำกัดด้านเวลาในการเรียนรู้หุ่นยนต์ผ่านการปฏิบัติจริงของผู้เรียน และข้อจำกัดด้านความพร้อมของครู เป็นต้น กรอบแนวคิดที่นำเสนอในบทความนี้จึงมุ่งลดข้อจำกัดดังกล่าว ตลอดจนขยายความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะ การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา และการเชื่อมโยงการเรียนรู้กับทักษะอาชีพด้านหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ในอนาคต นอกจากนี้ยังได้นำเสนอการสังเคราะห์องค์ความรู้จากงานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ชี้ให้เห็นประโยชน์ทางการศึกษา ยกตัวอย่างกรณีศึกษา และนำเสนอข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย เพื่อสร้างแนวทางใหม่สำหรับการพัฒนาห้องเรียนหุ่นยนต์ที่มีประสิทธิภาพ เข้าถึงได้ ตลอดจนตอบโจทย์การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนอย่างยั่งยืนตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคต

คำสำคัญ: ห้องเรียนหุ่นยนต์แบบผสมผสาน, ระบบจำลองหุ่นยนต์, การเรียนรู้ด้วยปัญญาประดิษฐ์, การศึกษาเชิงหุ่นยนต์, ทักษะยุคดิจิทัล

*Corresponding author

Email address: porntida.k@cmu.ac.th

Abstract

This article proposes the “Hybrid Robotics Classroom” as an integrated learning model that combines Physical Robotics, Robotics Simulators, and AI Tools for Robotics Learning to leverage robotics education in Thailand under the digital era. Despite Thailand has made continuous progress in promoting technology education for students, significant challenges persist including resource disparities, high equipment costs, time constraints in hands-on practice and limited teacher readiness. The proposed model aims to mitigate these gaps by offering flexible, scalable, and accessible learning pathways that strengthen students’ logical thinking, problem-solving abilities, and future career competencies in robotics and AI. In addition, the article synthesizes knowledge from both domestic and international research, highlights key educational benefits, presents illustrative case studies, and offers policy recommendations. Together, these elements contribute to proposing a new approach for developing robotics classrooms that are effective, accessible, and aligned with the learning needs of the 21st century to foster sustainable student development in line with future technological changes

Keywords: Hybrid Robotics Classroom, Robotics Simulator, AI-based Robotics Learning, Robotics Education, Digital-era Skills

■ บทนำ

การเรียนรู้หุ่นยนต์ในศตวรรษที่ 21 เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทักษะ STEM การคิดเชิงคำนวณ และการแก้ปัญหาเชิงระบบ อันเป็นรากฐานของเศรษฐกิจดิจิทัลและอุตสาหกรรม 4.0 (Joventino et al., 2023; Oprea, 2019) ระบบการศึกษาไทยได้บูรณาการหุ่นยนต์ผ่านค่าย โครงงาน และการแข่งขันในระดับโรงเรียน มหาวิทยาลัย และระดับประเทศ เช่น โครงการแข่งขันหุ่นยนต์และการเขียนคำสั่งที่เชื่อมโยงกับการศึกษาด้าน STEM (Mahidol University, 2023; Thailand STEM Coding & Robotics Competition, 2025) แต่การจัดการเรียนการสอนที่พึ่งพาการลงนามจริงเพียงอย่างเดียวยังมีข้อจำกัดด้านต้นทุนอุปกรณ์ การบำรุงรักษา จำนวนชุดหุ่นยนต์ต่อจำนวนนักเรียน และเวลาในการปฏิบัติจริง ตลอดจนปัญหาความพร้อมของครู ส่งผลให้เกิดความเหลื่อมล้ำด้านโอกาสการเรียนรู้ (Joventino et al., 2023; Oprea, 2019; Tselegkaridis & Sapounidis, 2021)

ในขณะเดียวกัน ระบบจำลองหุ่นยนต์ เช่น Webots, Gazebo, CoppeliaSim และ VEXcode VR ช่วยให้ผู้เรียนฝึกเขียนคำสั่งและทดสอบพฤติกรรมหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมเสมือนโดยไม่ต้องพึ่งอุปกรณ์จริง ขยายโอกาสการเรียนรู้ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่า (Farley et al., 2022; Oprea, 2019; VEX Robotics, n.d.) ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยเฉพาะโมเดล Generative AI และเครื่องมือช่วยเขียนโปรแกรม ถูกนำมาใช้เป็นผู้ช่วยอธิบายโค้ด แนะนำการปรับปรุง และได้ตอบกับผู้เรียนแบบทันที ช่วยให้ผู้เริ่มต้นเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นและลดภาระในการแก้ไขโปรแกรมด้วยตนเอง (Yilmaz & Yilmaz, 2023; Aslan & Çatlak, 2024)

จากบริบทดังกล่าว แนวคิดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสาน (Hybrid Robotics Classroom) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อผสานจุดแข็งของการเรียนผ่านการลงนามจริง ระบบจำลองหุ่นยนต์ และเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ ให้เป็นโมเดลการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ลดความเหลื่อมล้ำ ยกระดับคุณภาพครู และขยายโอกาสการเรียนรู้หุ่นยนต์ในบริบทการศึกษาไทย (Joventino et al., 2023; Mahidol University, 2023) บทความ

นี้มุ่งสังเคราะห์องค์ความรู้จากงานด้านระบบจำลองหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ที่เดิมศึกษาแยกส่วน มาพัฒนาเป็นกรอบผสมผสานสำหรับการเรียนหุ่นยนต์ระดับโรงเรียน พร้อมกรณีศึกษาเพื่อรองรับการวิจัยเชิงประจักษ์ในอนาคต (Farley et al., 2022; Tselegkaridis & Sapounidis, 2021; Yilmaz & Yilmaz, 2023)

■ พื้นฐานแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสอนหุ่นยนต์ในประเทศไทย

การสอนหุ่นยนต์ในประเทศไทยมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือออกแบบ สร้าง และทดสอบหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมจริง (Mahidol University, 2023) ผ่านการจัดกิจกรรมในรูปแบบค่ายหุ่นยนต์ ค่าย STEM โครงการบูรณาการในหลักสูตร และการแข่งขันระดับภูมิภาคหรือระดับประเทศ เช่น YSC Robotics, CAMT Robotics Creator 2024, Global Robotics Competition 2025 THAILAND ซึ่งเป็นการเชื่อมโยงกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนด้านทักษะดิจิทัลตามนโยบายส่งเสริม STEM จากรัฐบาล (Mahidol University, 2023; Thailand STEM Coding & Robotics Competition, 2025)

อย่างไรก็ตาม การสอนหุ่นยนต์ในประเทศไทยยังคงมีข้อจำกัด ได้แก่ การใช้ชุดหุ่นยนต์ที่มีราคาสูงทำให้มีจำนวนอุปกรณ์จำกัด การขาดการจัดสรรเวลาและอุปกรณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้งานจริงอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ รวมทั้งความยากลำบากในการบำรุงรักษาอุปกรณ์ (Oprea, 2019; Tselegkaridis & Sapounidis, 2021) งานวิจัยยังพบว่า โรงเรียนในพื้นที่ชนบทหรือโรงเรียนขนาดเล็กมักขาดโอกาสในการเข้าถึงทรัพยากร ขาดงบประมาณสนับสนุน และครูผู้สอนยังขาดทักษะการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ ส่งผลให้การเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ไม่สามารถดำเนินการได้อย่างเท่าเทียมกันทั่วประเทศ (สพฐ., 2022; Thanyaphongphat et al., 2023)

การสอนหุ่นยนต์ในต่างประเทศ

การสอนหุ่นยนต์ในต่างประเทศ นิยมใช้การแข่งขันหุ่นยนต์ระดับนานาชาติ เช่น VEX Robotics, RoboCup Junior และ FIRST Robotics เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สำคัญในการพัฒนาทักษะด้านหุ่นยนต์และ STEM พร้อมทั้งมีทรัพยากรสนับสนุนครูและหลักสูตรอย่างเป็นระบบ (Joventino et al., 2023; VEX Robotics, n.d.) นอกจากนี้ ยังมีการใช้ระบบจำลองหรือระบบเสมือนจริงช่วยในการเรียนการสอนด้านหุ่นยนต์ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเขียนคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์เสมือนบนเว็บ โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมและไม่จำเป็นต้องมีชุดหุ่นยนต์จริง ทำให้การสอนการเขียนโปรแกรมและแนวคิดหุ่นยนต์สามารถทำได้ทุกที่ทุกเวลา และช่วยให้ครูจัดกิจกรรมแบบผสมผสานระหว่างหุ่นยนต์จริงกับหุ่นยนต์เสมือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (VEX Robotics, n.d.; VEX Robotics Education, 2021).

งานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ระบบจำลองเพื่อเรียนรู้การทำงานของหุ่นยนต์พบว่า การเรียนผ่านระบบดังกล่าว สามารถลดต้นทุนและความเสี่ยงอันเกิดจากความเสียหายของอุปกรณ์จริง สามารถส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหา (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021) อีกทั้งสามารถเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์มหุ่นยนต์จริง ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้คำสั่งจากระบบเสมือนสู่ระบบจริงได้ง่าย (Farley et al., 2022; Collins et al., 2021).

เครื่องมือและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนด้านหุ่นยนต์

งานวิจัยเกี่ยวกับเครื่องมือและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนด้านหุ่นยนต์ มีการศึกษาผลของการนำ Webots และระบบจำลองสถานการณ์อื่น ๆ เช่น Gazebo และ CoppeliaSim มาจำลองการทำงานของแขนกลอุตสาหกรรม และหุ่นยนต์เคลื่อนที่ เพื่อลดค่าใช้จ่าย และเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสการทำงานของหุ่นยนต์ในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงอุตสาหกรรมจริง โดยระบบดังกล่าวสามารถทำหน้าที่เป็น “ตัวกลางการเรียนรู้” ก่อนการใช้หุ่นยนต์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Engineering Journal of Siam University, 2024; Farley et al., 2022). นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าระบบจำลองสถานการณ์แต่ละระบบมีจุดเด่นที่แตกต่างกัน เช่น ความแม่นยำตามหลักฟิสิกส์ ความเสถียร และความเหมาะสมกับการเรียนรู้ระดับเริ่มต้น (Farley et al., 2022; Collins et al., 2021)

งานวิจัยด้านการใช้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับการเรียนเขียนโปรแกรม เช่น การใช้ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI) อันได้แก่ ChatGPT, Codex และ GitHub Copilot มีผลการวิจัยพบว่า เมื่อใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ควบคู่กับการสอนแบบดั้งเดิม ผู้เรียนสามารถเรียนรู้การเขียนคำสั่ง การปรับปรุงคำสั่ง และได้รับข้อเสนอแนะส่วนบุคคลแบบทันที (Real-time Personalized Feedback) โดยเฉพาะผู้เรียนระดับเริ่มต้น สามารถเขียนโปรแกรมได้เร็วขึ้น หงุดหงิดน้อยลง และเข้าใจแนวคิดพื้นฐานได้ดีขึ้น (Yilmaz & Yilmaz, 2023; Aslan & Çatlak, 2024; van Dijk, 2024) นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่พบว่าแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ (Large Language Model: LLM) สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจคำสั่งและเพิ่มทักษะการคิดเชิงคำนวณได้ (Yilmaz & Yilmaz, 2023; van Dijk, 2024) เมื่อนำมาบูรณาการกับการเรียนหุ่นยนต์ ปัญญาประดิษฐ์สามารถช่วยเสนอแนะทางการเขียนคำสั่ง อธิบายเหตุผลการทำงานของหุ่นยนต์ และช่วยครูออกแบบเส้นทางการเรียนรู้ตามระดับผู้เรียนได้ (Joventino et al., 2023; Stein et al., 2023) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังเน้นวิชาคอมพิวเตอร์มากกว่าด้านหุ่นยนต์ซึ่งมีบริบทเฉพาะทาง ได้แก่ การผนวกศาสตร์ด้านการเขียนโปรแกรม การควบคุมอุปกรณ์ (Hardware) และสภาพแวดล้อมจริง (Joventino et al., 2023; Stein et al., 2023).

จากภาพรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าองค์ความรู้ด้านการใช้ระบบจำลองหุ่นยนต์ (Robotics Simulation) และการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเขียนโปรแกรม (AI for coding) ส่วนใหญ่ยังปรากฏในลักษณะแยกส่วน และยังมีจำนวนงานวิจัยไม่มากนักที่มุ่งออกแบบกรอบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการในระดับห้องเรียน ซึ่งผสมผสานการเรียนรู้จากสนามจริง ระบบจำลองหุ่นยนต์ และเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของประเทศกำลังพัฒนาและสถานศึกษาที่มีข้อจำกัดด้านทรัพยากร

■ นิยามและองค์ประกอบของการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์

ในบทความนี้การเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสาน (Hybrid Robotics Classroom) หมายถึงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้หุ่นยนต์ที่ออกแบบให้ผู้เรียนบูรณาการการเรียนรู้ระหว่าง 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ สนามจริง (Physical Robotics) ระบบจำลองหุ่นยนต์ (Robotics Simulator) และเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์ (AI Tools for Robotics Learning) โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มโอกาส ลดต้นทุน และเสริมคุณภาพการเรียนรู้หุ่นยนต์อย่างเป็นระบบ (Farley et al., 2022; Joventino et al., 2023; Tselegkaridis & Sapounidis, 2021)

สนามจริง (Physical Robotics)

สนามจริง หมายถึง การใช้อุปกรณ์หุ่นยนต์จริง เช่น ชุดอุปกรณ์ Arduino/ESP32 mobile robot, LEGO Mindstorms/Spike, VEX IQ/EXP เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสการทำงานจริง การประกอบกลไก และการทดสอบในสนามจริง (Engineering Journal of Siam University, 2024; Joventino et al., 2023) เพื่อสร้างประสบการณ์เชิงสัมผัส (Hands-on)

และรับรู้สภาพแวดล้อมจริง เช่น แรงเสียดทาน พื้นผิว ความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความแตกต่างระหว่างภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติได้ (Collins et al., 2021; Oprea, 2019).

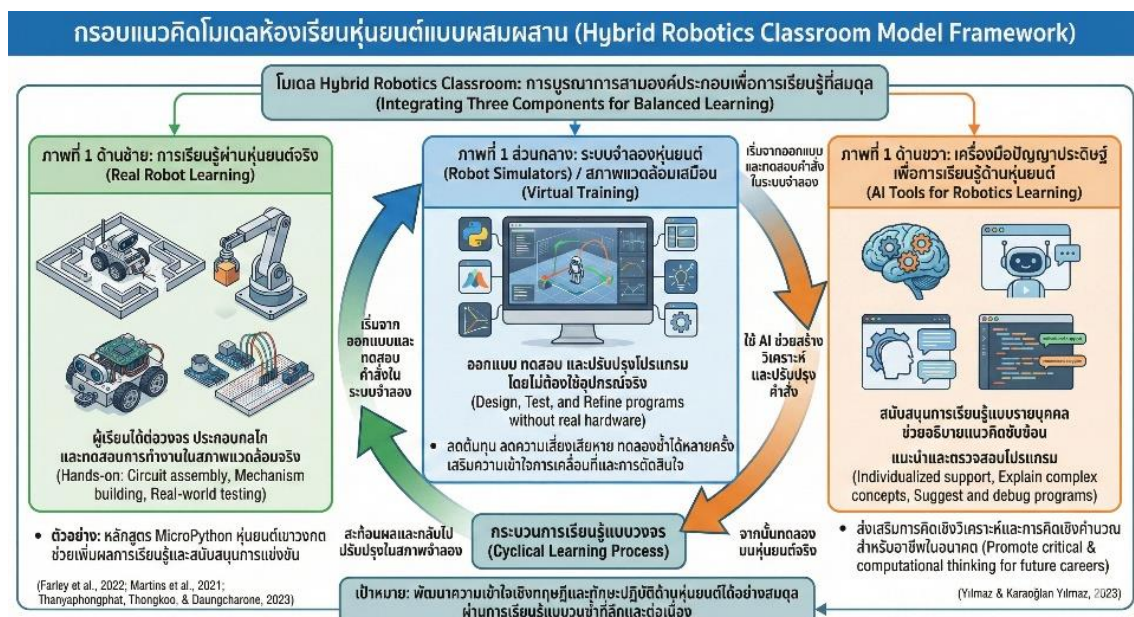
ระบบจำลองหุ่นยนต์ (Robotics Simulator)

ระบบจำลองหุ่นยนต์ หมายถึง ระบบที่สามารถจำลองการทำงานของกลไกหุ่นยนต์ตามหลักฟิสิกส์ รองรับการใช้เซนเซอร์เสมือน การเขียนคำสั่ง การปรับแต่งพารามิเตอร์ การทดสอบ และแสดงผลลัพธ์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงการทำงานจริงได้ เช่น Webots, Gazebo, CoppeliaSim และ VEXcode VR (Engineering Journal of Siam University, 2024; Farley et al., 2022; VEX Robotics, n.d.) รวมทั้งระบบที่ผู้เรียนสามารถทดลองโจทย์ซับซ้อนที่ยากต่อการจัดกิจกรรมในห้องเรียนปกติ (Farley et al., 2022; Collins et al., 2021; Stein et al., 2023) สามารถฝึกและเรียนรู้ได้อย่างสม่ำเสมอ และลดค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์จริง (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021; Joventino et al., 2023)

เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์ (AI Tools for Robotics Learning)

เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้หุ่นยนต์ในบทความนี้ครอบคลุมเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI) ที่สามารถช่วยผู้เรียนเขียนคำสั่ง อธิบายตรรกะ ให้คำแนะนำการแก้ไขข้อผิดพลาด และสร้างโจทย์การเรียนรู้ที่ปรับตามผู้เรียน ตลอดจนเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ด้านการวิเคราะห์ภาพ เช่น กล้องอัจฉริยะหรือบอร์ดประมวลผลปัญญาประดิษฐ์แบบเอจ (AI Edge) ที่ใช้ในการพัฒนาโครงงานหุ่นยนต์ขั้นสูง (Yilmaz & Yilmaz, 2023; Aslan & Çatlak, 2024)

กรอบแนวคิดโมเดลห้องเรียนหุ่นยนต์แบบผสมผสาน



ภาพที่ 1. กรอบแนวคิดโมเดลห้องเรียนหุ่นยนต์แบบผสมผสาน

กรอบแนวคิดโมเดลห้องเรียนหุ่นยนต์แบบผสมผสาน โมเดล Hybrid Robotics Classroom แสดงให้เห็นการบูรณาการสามองค์ประกอบหลักภายใต้กระบวนการเรียนรู้ได้อย่างเป็นวงจร เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาทั้งความเข้าใจเชิงทฤษฎีและทักษะปฏิบัติด้านหุ่นยนต์ได้อย่างสมดุล

ส่วนด้านซ้ายของภาพที่ 1 แทนการเรียนรู้ผ่านหุ่นยนต์จริง เช่น หุ่นยนต์เคลื่อนที่ แขนกล และชุดเซนเซอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ต่อวงจร ประกอบกลไก และทดสอบการทำงานในสภาพแวดล้อมจริง (Farley et al., 2022; Martins et al., 2021) ตัวอย่างการนำการปฏิบัติจริงไปใช้ในการศึกษาหุ่นยนต์คือการพัฒนาหลักสูตรการเขียนโปรแกรม MicroPython สำหรับหุ่นยนต์เขาวงแบบกำหนดเส้นทาง (educational robotic maze) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเพิ่มผลการเรียนรู้และสามารถสนับสนุนการเข้าร่วมการแข่งขันระดับจังหวัดและประเทศได้ (Thanyaphongphat, Thongkoo, & Daungcharone, 2023)

ส่วนกลางของภาพที่ 1 ระบบจำลองหุ่นยนต์ (Robot Simulators) ทำหน้าที่เป็นสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Training) ผู้เรียนสามารถออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์จริง ลดต้นทุน ลดความเสี่ยงด้านอุปกรณ์เสียหาย ทดลองซ้ำได้หลายครั้ง และช่วยเสริมความเข้าใจหลักการเคลื่อนที่ การวางแผนเส้นทาง และการตัดสินใจก่อนนำไปใช้กับหุ่นยนต์จริง

ส่วนด้านขวาของภาพที่ 1 เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้ด้านหุ่นยนต์ (AI Tools for Robotics Learning) สนับสนุนการเรียนรู้แบบรายบุคคล โดยช่วยอธิบายแนวคิดซับซ้อน แนะนำการเขียนและปรับปรุงโปรแกรม ตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของคำสั่ง อีกทั้งส่งเสริมการคิดเชิงวิเคราะห์และการคิดเชิงคำนวณซึ่งจำเป็นต่ออาชีพด้านหุ่นยนต์และปัญญาประดิษฐ์ในอนาคต (Yilmaz & Karaoğlu, 2023)

ท้ายที่สุด กระบวนการเรียนรู้แบบวงจร (Learning Process) เชื่อมทุกองค์ประกอบเข้าด้วยกัน เริ่มจากผู้เรียนออกแบบและทดสอบคำสั่งในระบบจำลอง ใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้าง วิเคราะห์ และปรับปรุงคำสั่ง จากนั้นทดลองบนหุ่นยนต์จริง ก่อนสะท้อนผลและกลับไปปรับปรุงในสภาพจำลองอีกครั้ง ทำให้เกิดการเรียนรู้แบบวนซ้ำที่ลึกและต่อเนื่อง

■ ประโยชน์ทางการเรียนรู้ของโมเดลการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสาน

ลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงการเรียนรู้หุ่นยนต์

การใช้ระบบจำลองหุ่นยนต์และแพลตฟอร์มออนไลน์ เช่น Webots, VEXcode VR ช่วยให้โรงเรียนที่มีงบประมาณจำกัดสามารถจัดการเรียนรู้หุ่นยนต์เบื้องต้นได้ (Engineering Journal of Siam University, 2024; VEX Robotics, n.d.) โดยให้ผู้เรียนฝึกเขียนคำสั่งและทดสอบการทำงานผ่านระบบจำลอง ลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ในระยะเริ่มต้น และเพิ่มโอกาสการเข้าถึงการเรียนรู้ ทำให้ช่องว่างระหว่างโรงเรียนขนาดใหญ่และขนาดเล็กลดลง (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021; Mahidol University, 2023)

ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

ระบบจำลองหุ่นยนต์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลองปรับคำสั่งและสังเกตผลได้ทันทีในสภาพแวดล้อมที่ควบคุมได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถให้ความสำคัญกับการออกแบบตรรกะ และการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของคำสั่งโดยไม่ถูกรบกวนจากปัญหาด้านอุปกรณ์ เช่น สายเชื่อมต่อหลุด หรือแบตเตอรี่หมด (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021; Stein et al., 2023) เมื่อผู้เรียนเข้าใจหลักการการทำงานในระบบจำลองหุ่นยนต์แล้ว จึงนำคำสั่งไปทดสอบบนหุ่นยนต์จริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่าง “แบบจำลอง” กับ “โลกจริง” และการเรียนรู้กระบวนการปรับเทียบระบบ (Calibration) การจัดการสัญญาณรบกวน (Noise

Management) และข้อจำกัดเชิงฟิสิกส์ เป็นการฝึกทักษะการแก้ปัญหาแบบสองระดับ ทั้งเชิงตรรกะและเชิงวิศวกรรม (Collins et al., 2021; Farley et al., 2022)

ยกระดับคุณภาพครูและการสอน

เปิดโอกาสให้ครูได้ทดลองทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดล่วงหน้าในสภาพแวดล้อมเสมือนก่อนใช้กับนักเรียนจริง ช่วยลดภาระการเตรียมอุปกรณ์และเพิ่มความพร้อมในการสอน (Stein et al., 2023; VEX Robotics Education, 2021) นอกจากนี้ ระบบจำลองบางระบบ เช่น VEXcode VR มีชุดกิจกรรมสำเร็จรูปที่ครูสามารถนำไปดัดแปลงให้เหมาะกับบริบทชั้นเรียนของตนเองได้ รวมทั้งสามารถวางแผนทางในการสลับกลุ่มนักเรียนระหว่างการเรียนกับหุ่นยนต์จริงและหุ่นยนต์ในระบบเสมือน เพื่อลดปัญหาจำนวนชุดหุ่นยนต์ไม่เพียงพอ (VEX Robotics, n.d.; VEX Robotics Education, 2021). เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ยังสามารถช่วยครูออกแบบแบบฝึกหัด สร้างโจทย์ที่แตกต่างตามระดับ และให้ข้อเสนอแนะเบื้องต้นแก่นักเรียน ทำให้ครูสามารถจัดสรรเวลาให้กับการสอนเนื้อหาเชิงลึกและเพิ่มแรงจูงใจของผู้เรียนมากขึ้น (Yilmaz & Yilmaz, 2023; Aslan & Çatlak, 2024)

การเชื่อมโยงไปสู่ทักษะอาชีพ

ผลการศึกษาดังกล่าวมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แนวทาง contextual inquiry-based project-based learning ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบและดำเนินโครงการภายใต้บริบทจริง สามารถส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกัน การสื่อสาร การคิดเชิงวิพากษ์ และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจต่อการเรียนรู้เชิงลึกที่เชื่อมโยงกับการเตรียมความพร้อมสู่โลกอาชีพในยุคดิจิทัล (Thanyaphongphat et al., 2023) นอกจากนี้ การบูรณาการเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ในกระบวนการเรียนรู้อย่างมีบทบาทสำคัญในการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมต่อการทำงานร่วมกับระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีอัจฉริยะในอนาคต (Yilmaz & Yilmaz, 2023; van Dijk, 2024) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะอาชีพที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างยั่งยืน (Joventino et al., 2023)

โมเดลเชิงโครงสร้างการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสาน

กรอบการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสานสามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ Input, Process, Output และ Feedback Loop ซึ่งทำงานประสานกันเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้หุ่นยนต์แบบผสมผสาน (Farley et al., 2022; Joventino et al., 2023)

อินพุต (Input) ประกอบด้วย (1) ครูผู้สอนที่มีบทบาทเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้และผู้สอน (2) อุปกรณ์หุ่นยนต์จริงที่มีอยู่ในโรงเรียน (3) โครงสร้างหลักสูตรหรือหน่วยการเรียนรู้ที่ต้องการบูรณาการหุ่นยนต์ และ (4) ทรัพยากรดิจิทัล ได้แก่ ระบบจำลองหุ่นยนต์ เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ที่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พื้นฐาน

โพรเซส (Process) กระบวนการเรียนรู้ แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) การฝึกอบรมเสมือนจริง (Virtual Training) ผู้เรียนเริ่มจากการฝึกเขียนโค้ดและทดลองบนระบบจำลองหุ่นยนต์ เช่น Webots หรือ VEXcode VR เพื่อสร้างความเข้าใจแนวคิดการควบคุมหุ่นยนต์และโครงสร้างโปรแกรม (Engineering Journal of Siam University, 2024; Stein et al., 2023) (2) การเขียนโปรแกรมด้วยความช่วยเหลือจากปัญญาประดิษฐ์ ผู้เรียนใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ช่วยอธิบายคำสั่ง แก้ไขข้อผิดพลาด และออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา ขณะที่ครูสามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้างโจทย์และปรับความยากตาม

ระดับผู้เรียน (Yilmaz & Yilmaz, 2023; Aslan & Çatlak, 2024; van Dijk, 2024) (3) การตรวจสอบความถูกต้องในสภาพแวดล้อมจริง (Physical Validation) เมื่อโค้ดผ่านการทดสอบในระบบจำลองแล้ว จึงนำไปทดลองบนหุ่นยนต์จริง เพื่อเรียนรู้ข้อแตกต่างระหว่างโมเดลและโลกจริง ฝึกการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ และสะท้อนผลการทดลอง (Collins et al., 2021; Joventino et al., 2023).

เอาต์พุต (Output) ได้แก่ ชุดสมรรถนะที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้น ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงกลยุทธ์และการวางแผนภารกิจ หุ่นยนต์ ทักษะการเขียนโปรแกรมและการแก้ไขข้อผิดพลาด ทักษะเชิงกลไกและระบบควบคุมพื้นฐาน รวมถึงความรู้เท่าทันปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy) ในฐานะผู้ใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีวิจารณญาณและรู้เท่าทันข้อจำกัด (Tselegkaridis & Sapounidis, 2021; Yilmaz & Yilmaz, 2023; Joventino et al., 2023)

ฟีดแบค (Feedback) วงจรย้อนกลับเกิดขึ้นเมื่อผลลัพธ์จากการตรวจสอบความถูกต้องในสภาพแวดล้อมจริง และการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนถูกนำกลับมาใช้ปรับปรุงกิจกรรมในระบบจำลอง ปรับปรุงรูปแบบการใช้ปัญญาประดิษฐ์ช่วยในการเรียนรู้ และปรับปรุงการออกแบบบทเรียนในรอบถัดไป ทำให้ครูสามารถปรับโครงสร้างการสอนตามข้อมูลเชิงประจักษ์ และผู้เรียนได้ฝึกวงจร “ออกแบบ-ทดลอง-สะท้อน-ปรับปรุง” อย่างต่อเนื่อง (Joventino et al., 2023; Stein et al., 2023)

■ การอภิปราย และบทสรุป

กรอบการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสานแสดงให้เห็นศักยภาพในการขยายโอกาสการเรียนรู้ หุ่นยนต์ ลดต้นทุน และเพิ่มความยืดหยุ่นในการออกแบบการเรียนการสอน โดยใช้ระบบจำลองหุ่นยนต์และเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เป็นส่วนเสริมของสนามจริง พร้อมทั้งลดข้อจำกัดของโรงเรียนที่มีทรัพยากรจำกัดและต้องการพัฒนาทักษะดิจิทัลของผู้เรียนอย่างทั่วถึง ในเชิงปฏิบัติกรอบแนวคิดนี้ชี้ให้เห็นความจำเป็นของการสนับสนุนเชิงนโยบายด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล การอบรมครู การพัฒนาระบบจำลองระดับชาติ และแนวทางใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างมีจริยธรรม เพื่อให้เกิดมาตรฐานร่วมในการประเมินทักษะหุ่นยนต์และการคิดเชิงคำนวณในระดับประเทศ

ทิศทางในอนาคต อาจมีการบูรณาการเทคโนโลยีการรับรู้เชิงคอมพิวเตอร์ด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI Vision) เข้ากับระบบหุ่นยนต์ต้นทุนต่ำ ส่งผลให้การประสานงานและการทำงานร่วมกันระหว่างระบบจำลองหุ่นยนต์และเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์เพื่อการเรียนรู้ สามารถช่วยยกระดับห้องเรียนหุ่นยนต์ให้มีความใกล้ชิดกับบริบทอุตสาหกรรมและวิชาชีพมากยิ่งขึ้น ขณะเดียวกัน ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวอัตโนมัติด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI-driven Adaptive Learning) ช่วยให้สามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้และข้อเสนอแนะให้สอดคล้องกับระดับความสามารถและลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนรายบุคคล (Personalized Robotics Learning) อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเชื่อมโยงเข้ากับบริบทการแข่งขันหุ่นยนต์ของประเทศไทย สนามแข่งขันสามารถทำหน้าที่เสมือนห้องทดลองการเรียนรู้ระดับชาติที่สอดคล้องกับยุคปัญญาประดิษฐ์ โดยแนวคิดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้านหุ่นยนต์ในรูปแบบผสมผสานนี้เป็นกรอบแนวทางสำคัญที่ช่วยลดความเหลื่อมล้ำด้านทรัพยากร เสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และมีศักยภาพสูงต่อการกำหนดนโยบาย การวิจัย และการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนหุ่นยนต์ในระดับประเทศอย่างยั่งยืน

■ References

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2022). รายงานสถานการณ์การจัดการเรียนรู้ด้าน Coding และ Robotics ในโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: สพฐ.

- Aslan, R., & Çatlak, (2024). Generative artificial intelligence in computer programming education: A systematic review. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 8(2), 441–452.
- Collins, J., Göbel, P., & Behnke, S. (2021). A review of physics simulators for robotic applications. *IEEE Access*, 9, 51416–51431. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3069882>
- Engineering Journal of Siam University. (2024). การจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ด้วย Webots. *Engineering Journal of Siam University*, 25(1).
- Farley, A., Wang, J., & Marshall, J. A. (2022). How to pick a mobile robot simulator: A quantitative comparison of CoppeliaSim, Gazebo, MORSE and Webots with a focus on accuracy of motion. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 119, 102599. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2022.102599>
- Joventino, C. F., de Oliveira, A. S., Fabro, J. A., & Pereira, J. H. M. (2023). A sim-to-real practical approach to teach robotics into K-12. *Education Sciences*, 13(1), Article 32. <https://doi.org/10.3390/educsci13010032>
- Liu, Y., Odic, D., Tang, X., Ma, A., Laricheva, M., Chen, G., Wu, S., Niu, M., Guo, Y., & Milner-Bolotin, M. (2023). Effects of robotics education on young children’s cognitive development: A pilot study with eye-tracking. *Journal of Science Education & Technology*, 32(3), 295–308. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10028-1>
- Mahidol University. (2023). *The STEM & ROBOTICS CAMP workshop*. Mahidol University Sustainability Case Study.
- Oprea, S. (2019). *Applied learning of artificial intelligence techniques by using the Gazebo robot simulator and Turtlebot3*. In Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Learning (pp. 158–165).
- Stein, G., et al. (2023). Browser-based simulation for novice-friendly classroom robotics. *Frontiers in Computer Science*, 5, Article 1031572. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2022.1031572>
- Thailand STEM Coding & Robotics Competition. (2025). Competition information 2025.
- Thanyaphongphat, J., & Tapingkae, P. (2023). *Exploring the relationship between 21st century skills and motivation: A study using contextual inquiry project-based learning*. In Proceedings of the 31st International Conference on Computers in Education (ICCE 2023). APSCE.
- Thanyaphongphat, J., Thongkoo, K., & Daungcharone, K. (2023). A MicroPython-based educational robotic maze approach: Learning improvement to competition. In 2023 *Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON)* (pp. 142-146).
- Tselegkaridis, S., & Sapounidis, T. (2021). Simulators in educational robotics: A review. *Education and Information Technologies*, 26, 1001–1031. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10339-z>
- van Dijk, T. (2024). *The impact of generative artificial intelligence tools in project-based programming courses*. In 2024 AISOLA Conference Proceedings (pp. 1–12).
- VEX Robotics Education. (2021). *VEX Computer Science – VEXcode VR STEM Labs*. Retrieved November 27, 2025, from <https://education.vex.com/stemlabs/cs>
- VEX Robotics. (n.d.). *VEXcode Virtual Robots (VR)*. Retrieved November 27, 2025, from <https://www.vexrobotics.com/vexcode/vr>

Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100146. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100146>