ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือเพื่อสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์

Development of a Mobile Application for Creating Automatic Motion Control Sets Using Block-Based Techniques for Controlling Humanoid Robots

เจษฎา โพนแก้ว*

Jetsada Ponkaew

Received : November 14, 2023

Revised : May 21, 2024

Accepted : June 11, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือโดยใช้เทคนิคตัวต่อบล็อกภาพเพื่อสร้างชุดการเคลื่อนไหวอัตโนมัติสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ รวมถึงการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานแอปพลิเคชันและการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ในการดำเนินการวิจัย ADDIE Model ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความต้องการและปัญหาของผู้ใช้ การออกแบบระบบเพื่อพัฒนาแอปพลิเคชัน การพัฒนาชิ้นส่วนหุ่นยนต์และโปรแกรม การนำระบบไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย และการประเมินผลการใช้งานเพื่อปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน ผลที่ได้ประกอบด้วยแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์ที่ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา ใน Android Studio โดยใช้ไลบรารี WebView และ BluetoothAdapter หุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ Arduino Nano, Expansion Board, Servos, และ Bluetooth HC-05 กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษจำนวน 3 คน และกลุ่มเยาวชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความง่ายต่อการใช้งานทุกเวลาและทุกสถานที่ แอปพลิเคชันสามารถสร้างรูปแบบการควบคุม บันทึก และโหลดมาใช้งานได้ รวมถึงสามารถเลือกหุ่นยนต์ที่ต้องการติดต่อและส่งรหัสการควบคุมเพื่อให้หุ่นยนต์ได้ หุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ Arduino ยังมีราคาถูก ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานพบว่าแอปพลิเคชันนี้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูง ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 4.45, S.D. = 0.53) โดยมีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านความรวดเร็วในการเรียนรู้ (ค่าเฉลี่ย = 4.63, S.D. = 0.34) งานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของแอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งานในทุกระดับชั้นการศึกษา

คำสำคัญ : แอปพลิเคชันมือถือ / ตัวต่อบล็อกภาพ / หุ่นฮิวแมนนอยด์

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

Lecturer in Computer Science, Faculty of Liberal Arts and Sciences, Rajabhat Sisaket University

(Corresponding Author) e-mail: j.ponkaew@sskru.ac.th

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

ABSTRACT

This research aims to design and develop a mobile application using block-based coding techniques to create automatic motion control sets for humanoid robots, as well as to evaluate the application's performance and user satisfaction. The ADDIE Model was employed to analyze user needs and problems, design the system and application, develop components and programs, test the system with the target group, and evaluate the application to improve and enhance its performance. The resulting application was developed using JAVA in Android Studio with WebView and BluetoothAdapter libraries. The humanoid robot comprises hardware components such as Arduino Nano, Expansion Board, Servos, and Bluetooth HC-05. The target group for the research included three experts from Sisaket Rajabhat University and thirty senior high school students. Statistical methods used for data analysis included calculating the mean and standard deviation. Results show that the developed application could effectively control humanoid robots, making it easy to use anytime and anywhere. The application can create, save, and load control patterns and select the desired robot to connect with and send control codes to make the robot move. The humanoid robot developed using Arduino is also cost-effective. Evaluations from experts and users revealed that the application is highly accurate and efficient. The overall user satisfaction average was high (mean = 4.45, S.D. = 0.53), with the highest satisfaction in the aspect of learning speed (mean = 4.63, S.D. = 0.34). This research demonstrates the application's suitability for users across all educational levels.

Keywords : Mobile Application / Block-based Coding / Humanoid Robot

บทนำ

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการสร้างรูปแบบกิจกรรมในชั้นเรียนมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ (STEM) การใช้หุ่นยนต์ในกิจกรรมการเรียนการสอนช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน งานวิจัยของ Julià & Antolí (2019) พบว่าการใช้หลักสูตรการเรียนรู้แบบแอคทีฟที่ใช้หุ่นยนต์สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยโดย Kopcha, et al. (2017) ได้พัฒนาหลักสูตรสะเต็มที่ผสานการใช้หุ่นยนต์ในการเรียนรู้ผ่านการออกแบบการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติจริง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การใช้หุ่นยนต์ในห้องเรียนยังช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงคำนวณและการเขียนโปรแกรม งานวิจัยโดย Karaahmetoğlu & Korkmaz (2019) แสดงให้เห็นว่าการใช้หุ่นยนต์ Arduino ในการเรียนการสอนช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี งานวิจัยโดย Khine (2017) ยังเน้นถึงความสำคัญของ

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

การนำหุ่นยนต์มาใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการทดลองและการสร้างแบบจำลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในประเทศไทยการใช้หุ่นยนต์ในการศึกษาก็ได้รับความสนใจอย่างมาก ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิตได้ดำเนินโครงการพัฒนาและจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาผ่านการแข่งขันหุ่นยนต์ (STEM Education Robot Competition) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการนำความรู้มาประดิษฐ์หุ่นยนต์เพื่อการแข่งขัน (Thailand Plus, 2566)

การใช้หุ่นยนต์และแอปพลิเคชันบนมือถือในการสอนมีข้อได้เปรียบหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้รูปแบบการสอนปกติ งานวิจัยโดย Wang, et al. (2023) พบว่าผู้เรียนที่ใช้หุ่นยนต์ในการเรียนรู้มีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและมีทักษะในการแก้ปัญหาที่ดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ งานวิจัยโดย Sang, et al. (2023) ยังพบว่าการใช้หุ่นยนต์ในการเรียนการสอนช่วยเพิ่มผลการเรียนรู้และทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยของ Ortiz (2015) แสดงให้เห็นว่าการใช้หุ่นยนต์ในการสอนคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนแบบปกติ ถึงแม้การใช้หุ่นยนต์ในวงการศึกษามีประโยชน์มากมาย แต่ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการที่ต้องพิจารณา คือค่าใช้จ่ายสูงในการซื้อชุดหุ่นยนต์สำเร็จรูปและซอฟต์แวร์ควบคุม ซึ่งอาจทำให้เป็นภาระทางการเงินสำหรับสถานศึกษาและผู้ปกครอง หลายรายงานระบุว่าชุดหุ่นยนต์สำเร็จรูปนั้นมีราคาสูงและการบำรุงรักษาที่ซับซ้อนทำให้การเข้าถึงยากขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีทรัพยากรจำกัด (Wang, Sang, Huang, Li & Guo, 2023) นอกจากนี้ การพัฒนาหุ่นยนต์เองต้องใช้ความรู้ทางด้านการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ กลไกอิเล็กทรอนิกส์ การเชื่อมต่อหุ่นยนต์ ความรู้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ ซึ่งไม่ใช่ทุกคนจะมีทักษะเหล่านี้ ทำให้การพัฒนาหุ่นยนต์สำหรับการศึกษาเองมีความท้าทายอย่างมาก (Lédeczi, et al., 2019)

จากประโยชน์ ปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ ทั้งนี้ได้ใช้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้งานแอปพลิเคชัน และศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันดังกล่าว

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยได้ใช้ ADDIE Model (Dick, Carey & Carey, 2015) มาวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนา ขั้นตอนประกอบด้วย การวิเคราะห์ (Analysis) โดยเริ่มจากการศึกษาความต้องการและปัญหาของผู้ใช้เพื่อกำหนดเป้าหมายและคุณสมบัติที่ต้องการในการพัฒนาหุ่นยนต์ การออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนต่อไปที่มีการวางแผนและสร้างแบบจำลองของระบบและแอปพลิเคชันควบคุมหุ่นยนต์ การพัฒนา (Development) เป็นการสร้างชิ้นส่วนและการเขียนโปรแกรมที่ตรงตามแบบจำลองที่ออกแบบไว้ การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการทดสอบระบบกับกลุ่มเป้าหมายจริงเพื่อให้แน่ใจว่าระบบทำงานได้อย่างถูกต้อง ในขั้นตอนนี้ กลุ่มเป้าหมายที่ทำการทดสอบประกอบด้วยเยาวชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 คน ที่

`

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

เข้าร่วมงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษในวันที่ 7 สิงหาคม 2566 กลุ่มตัวอย่างถูกคัดเลือกโดยการประกาศรับสมัครผ่านช่องทางเว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ในขั้นตอนการสมัครจะใช้แบบทดสอบออนไลน์เพื่อประเมินความสนใจ ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการใช้งานเทคโนโลยีและหุ่นยนต์ โดยนำผลลัพธ์ที่ได้มาประเมินความเหมาะสมและความพร้อมในการเข้าร่วมการทดสอบ ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผล (Evaluation) เพื่อตรวจสอบและวัดผลการใช้งานระบบ พร้อมทั้งรวบรวมความคิดเห็นเพื่อปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1. ขั้นตอนการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ (Analysis)

จากปัญหาที่พบในปัจจุบันการใช้หุ่นยนต์เพื่อการศึกษาสำหรับเยาวชนมีอุปสรรคหลายประการ ได้แก่ ชุดหุ่นยนต์สำเร็จรูปมีราคาแพง ขั้นตอนในการบำรุงรักษาที่ซับซ้อนทั้งในด้านฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ ด้านซอฟต์แวร์ในตัวหุ่นยนต์ และด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้สื่อสารกับหุ่นยนต์ และหากต้องการพัฒนาหุ่นยนต์มาใช้เอง ผู้พัฒนาต้องมีความรู้ทั้งด้านฮาร์ดแวร์หุ่นยนต์ ความรู้ในการเขียนโปรแกรมบนอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้การพัฒนาเองยังมีข้อจำกัด คือ หากต้องการเปลี่ยนรูปแบบการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ใหม่ ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์และออกแบบท่าทาง เขียนโปรแกรม คอมไพล์ และโหลดสู่ระบบใหม่ ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้รวบรวม แล้วนำไปแยกแยะ วิเคราะห์ และออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาในขั้นตอนถัดไป

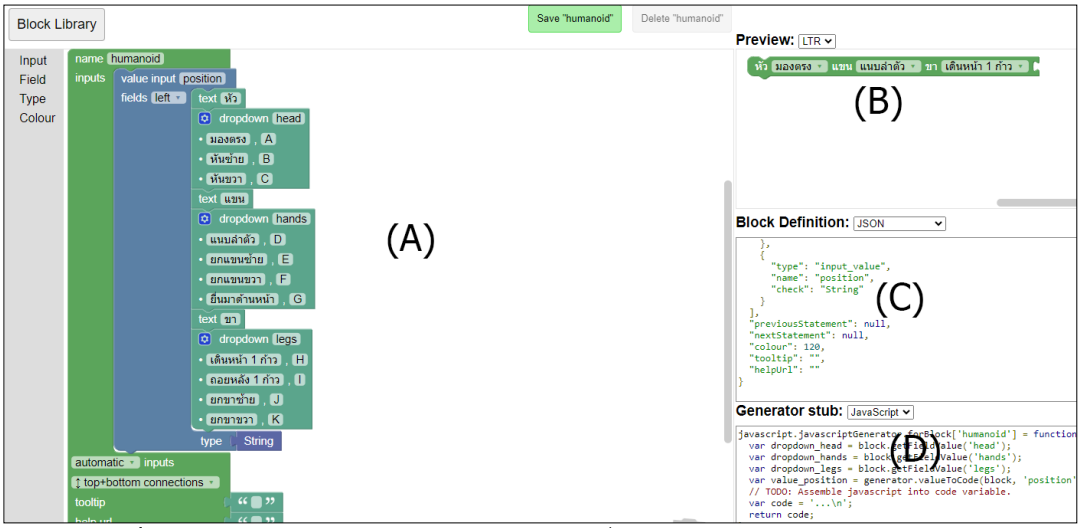
2. ขั้นตอนการออกแบบระบบ (Design) แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

2.1 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ เริ่มต้นจากการศึกษาการออกแบบชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ด้วยซอฟต์แวร์ CAD 3D ที่มีชื่อว่า Tinkercad ขั้นตอนการผลิตจะถูกพิมพ์ด้วยเส้นใยพลาสติกผ่านเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ผลที่คือ โครงสร้างหุ่นยนต์จำนวน 10 ชิ้น ได้แก่ หัวที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์จำนวน 1 ชิ้น ตัวหุ่นยนต์ที่ออกแบบให้มีลักษณะคล้ายกับลำตัวของมนุษย์จำนวน 1 ชิ้น แขนบนซ้ายและขวาจำนวน 2 ชิ้น แขนล่างซ้ายและขวาที่ติดกับมือจำนวน 2 ชิ้น ขาซ้ายและขวาจำนวน 2 ชิ้น และเท้าซ้ายและขวาจำนวน 2 ชิ้น สิ่งที่ควรคำนึงในขั้นตอนนี้ คือ การออกแบบจุดเชื่อมต่อระหว่างชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ที่ต้องใช้เซอร์โวเป็นข้อต่อในการเคลื่อนไหว สำหรับฮาร์ดแวร์ในการทำงานและควบคุมหุ่นยนต์ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ บอร์ดขยาย อุปกรณ์ส่งสัญญาณบลูทูธ แหล่งจ่ายไฟ และเซอร์โวจำนวน 9 ตัว

2.2 การออกแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการสร้างชุดควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นฮิวแมนนอยด์ ประกอบด้วยสถาปัตยกรรม 3 ระดับชั้น คือ (1) ระดับชั้นบนสุดเป็นการออกแบบชุดคำสั่งควบคุมการเคลื่อนไหวที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้งาน ถูกพัฒนาด้วยเครื่องมือการเขียนโปรแกรมแบบบล็อก (Weintrop, et al., 2017) การใช้งานผู้ใช้สามารถลากและวางบล็อกโค้ดเพื่อกำหนดพฤติกรรมหุ่นยนต์ ด้วยเหตุนี้ผู้ใช้จึงไม่จำเป็นต้องมีความรู้ด้านโปรแกรมมิ่ง (2) ระดับชั้นแปลงความหมายทำหน้าที่แปลงบล็อกโค้ดที่ผู้ใช้ลากวางให้เป็นข้อมูลที่สามารถส่งไปยังหุ่นยนต์ได้ระดับชั้นนี้ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา Java ที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และ (3) ระดับชั้นสื่อสารถูกพัฒนาโดยใช้ภาษาจาวา ผ่านการเรียก API ที่มีชื่อว่า BluetoothAdapter ทำหน้าที่เปิด ปิด รับ และส่งข้อมูลผ่านบลูทูธของมือถือไปยังหุ่นยนต์

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

2.3 การออกแบบบล็อกภาพ จากงานวิจัยการประยุกต์ใช้บล็อกภาพและหุ่นยนต์เพื่อใช้เรียนรู้สำหรับการเขียนโปรแกรม (Rahaman, et al., 2020) การสร้างหุ่นยนต์ราคาประหยัดในการเรียนรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์ (Saleiro, et al., 2013) และการประยุกต์ใช้บล็อกภาพในโรงงานอุตสาหกรรม (Weintrop, et al., 2017) งานวิจัยทั้งสามประยุกต์ใช้บล็อกภาพมาตราฐานในไลบรารี Blockly ยังพบข้อด้อย คือ รูปแบบที่ใช้ไม่มีความยืดหยุ่น และไม่สื่อความหมาย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาบล็อกคำสั่งแบบกำหนดเอง ในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ภายใน 1 ชุดคำสั่ง สามารถอธิบายโดยใช้รูปแบบ คือ ชิ้นส่วน(ท่าทาง: อักษรสื่อสารผ่านบูลทูธ) ได้ดังนี้ หัว(มองตรง:A, หันซ้าย:B, หันขวา:C) แขน(แนบลำตัว:D, ยกแขนซ้าย:E, ยกแขนขวา:F, ยื่นมาด้านหน้า:G) และ ขา(เดินหน้า 1 ก้าว:H, ถอยหลัง 1 ก้าว:I, ยกขาซ้าย:J, ยกขาขวา:K, ยืนนิ่ง: L) หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบบล็อกที่ใช้งานผ่านโปรแกรมการออกแบบด้วยบล็อกภาพ (Blockly Design) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การออกแบบบล็อกภาพ (Blockly Design)เพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์

จากภาพที่ 1 การออกแบบบล็อกภาพเพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ผ่านโปรแกรม Blockly Design ประกอบด้วยพื้นที่ในการใช้งาน 4 บริเวณ คือ (A) ใช้เพื่อกำหนดรูปแบบในการนำเข้า (Input) รูปแบบแสดงผล (Field) ข้อมูล (Type) และสีที่ใช้ในการแสดงผล (Colour) (B) แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบ ในงานวิจัยนี้กำหนดการเคลื่อนไหวแบบ 1 บล็อกต่อ 1 ชุดคำสั่ง นั่นคือ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวหัว แขน และขาได้ในภายในคำสั่งเดียว เมื่อนำหลายชุดคำสั่งนำมาต่อกันจะเป็นการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง (C) รูปแบบการแสดงผลของบล็อกจะถูกเก็บไว้ในรูปแบบของ JSON และ (D) โค้ด JavaScript ใช้เพื่อแปลงความหมายบล็อกภาพเป็นรหัสแบบข้อความก่อนส่งผ่านบลูทูธไปยังหุ่นยนต์

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

2.4 การออกแบบกิจกรรมเพื่อใช้เรียนรู้การสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ กิจกรรมที่ออกแบบจะถูกนำไปใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพ และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งาน

3. ขั้นการพัฒนา (Development)

กระบวนการพัฒนาประกอบด้วยการพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ต้นทุนต่ำ และการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือสำหรับควบคุมหุ่นยนต์ การพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์เริ่มจากการนำชิ้นส่วนที่ผลิตแต่ละชิ้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ผ่านการเชื่อมต่อเซอร์โวที่ทำหน้าที่เป็นข้อต่อระหว่างชิ้น หลังจากนั้นทำการติดตั้งไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino Nano ที่ทำหน้าที่เป็นสมองของหุ่นยนต์ ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธ แบตเตอรี่ เมื่อเสร็จแล้วนำมาเชื่อมต่อเพื่อพัฒนาโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนไหวฝั่งฮาร์ดแวร์ในสภาพแวดล้อม Arduino IDE และภาษา C++ ขั้นถัดไปเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือเพื่อใช้กำหนดรูปแบบการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ผ่านการสื่อสารผ่านบลูทูธ การพัฒนานี้อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อม Android Studio ที่ใช้ภาษาจาวา (Java) ผลที่ได้คือหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ที่สามารถเคลื่อนไหวโดยใช้การสื่อสารผ่านบลูทูธจากแอปพลิเคชันมือถือที่สามารถกำหนดรูปแบบการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์

4. ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

ในการนำแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ไปใช้งานจริง ผู้วิจัยได้จัดเตรียมทรัพยากรและอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมใช้งาน รวมถึงแอปพลิเคชันและหุ่นฮิวแมนนอยด์ จากนั้นได้ดำเนินการฝึกอบรมผู้สอนและนักศึกษาผู้ช่วยเกี่ยวกับวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันและการควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถช่วยเหลือผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการทดลองใช้งานจริง กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยเยาวชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 คน ที่เข้าร่วมกิจกรรมการเขียนโปรแกรมบล็อกภาพเพื่อการบังคับหุ่นยนต์ ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น การลากวางบล็อกภาพ และการสร้างการเคลื่อนไหวต่างๆ หลังจากนั้นได้วางแผนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์และทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามระดับ Rating Scale 5 ระดับ และนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวิเคราะห์และประเมินผลการใช้งานแอปพลิเคชันและหุ่นยนต์ต่อไป

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

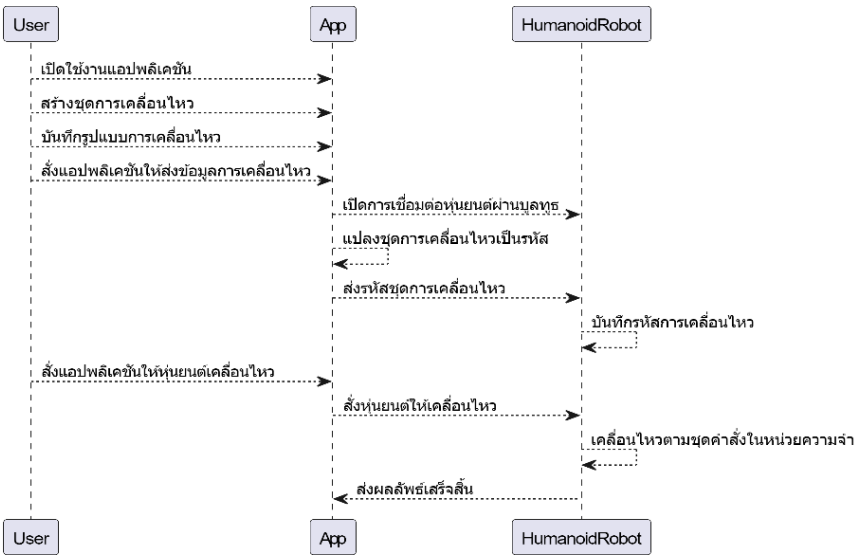
ผู้วิจัยได้นำแอปพลิเคชันการสร้างชุดควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นฮิวแมนนอยด์พร้อมด้วยหุ่นฮิวแมนนอยด์ไปประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยผู้เชี่ยวชาญ และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานจากผู้ใช้งาน

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์

1.1 ภาพรวมการทำงานของระบบสามารถอธิบายโดยใช้ Sequence Diagram ดังแสดงในภาพที่ 2

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)



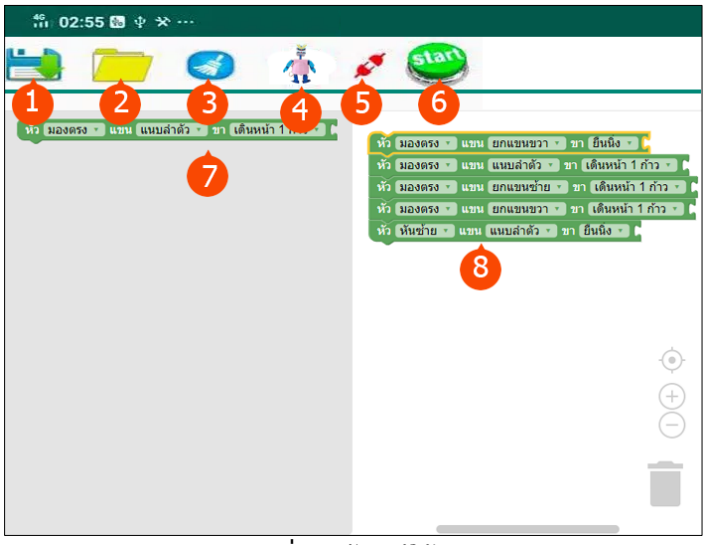
ภาพที่ 2 ภาพรวมของระบบ

จากภาพที่ 2 อ็อบเจ็กต์ของระบบประกอบด้วย ผู้ใช้งาน (User) แอปพลิเคชันมือถือ (App) และหุ่นฮิวแมนนอยด์ (Humanoid Robot) การทำงานเริ่มจากผู้ใช้งานเปิดแอปพลิเคชันใช้งาน ลากบล็อกคำสั่งมาต่อกันเป็นชุดเพื่อสร้างชุดควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นฮิวแมนนอยด์ เมื่อเสร็จทำการบันทึกรูปแบบไว้ใช้งาน หลังจากนั้นจะสั่งแอปพลิเคชันให้หุ่นยนต์เคลื่อนไหว โดยแอปพลิเคชันจะทำการเปิดการเชื่อมต่อหุ่นยนต์ผ่านบลูทูธ แปลงชุดข้อมูลการเคลื่อนไหวเป็นรหัสแบบข้อความ เมื่อเชื่อมต่อได้จะทำการส่งรหัสชุดการเคลื่อนไหว หุ่นยนต์จะทำการบันทึกรหัสไว้ในหน่วยความจำ เมื่อผู้ใช้กดปุ่มสั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนไหว แอปพลิเคชันจะส่งต่อไปยังหุ่นยนต์ เมื่อหุ่นยนต์ได้รับจะเคลื่อนไหวตามรูปแบบที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ เมื่อเสร็จสิ้นจะแจ้งผลลัพธ์ไปยังแอปพลิเคชันเพื่อแสดงบนหน้าจอการใช้งาน

1.2 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ ตัวแอปพลิเคชันได้ถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา ภายใต้สภาพแวดล้อม Android Studio โดยใช้ไลบรารี WebView และ BluetoothAdapter สำหรับหน้าจอผู้ใช้งานเป็นดังภาพที่ 3 เริ่มต้นผู้ใช้จะเลือกหุ่นยนต์โดยการกดปุ่มหมายเลข 4 และกดปุ่มหมายเลข 5 เพื่อให้เกิดการเชื่อมกับหุ่นยนต์ที่เลือก ในการกำหนดรูปแบบการเคลื่อนไหวผู้ใช้จะลากบล็อกภาพจากพื้นที่หมายเลข 7 ไปยังหมายหมายเลข 8 จากตัวอย่างการเคลื่อนไหวประกอบด้วย 5 ชุด ได้แก่ 1. หัวมองตรง, แขนยกแขนขวา, ขายืนนิ่ง 2. หัวมองตรง, แขนแนบลำตัว, ขาเดินหน้า 1 ก้าว 3. หัวมองตรง, แขนยกแขนซ้าย, ขาเดินหน้า 1 ก้าว 4. หัวมองตรง, แขนยกแขนขวา, ขาเดินหน้า 1 ก้าว และ 5. หัวหันซ้าย, แขนแนบตัว, ขายืนนิ่ง และกดปุ่มหมายเลข 6 แอปพลิเคชันจะส่งข้อมูลผ่านบลูทูธไปยังหุ่นยนต์เพื่อให้เคลื่อนที่ตามที่ผู้ใช้กำหนดไว้

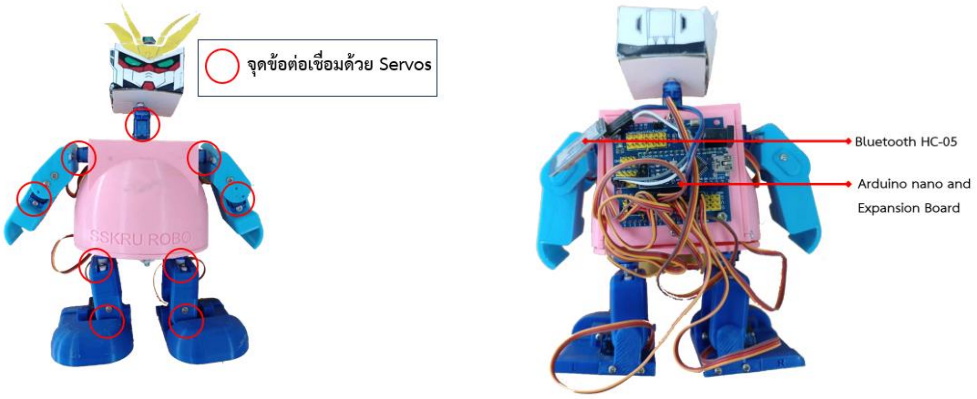
`

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)



ภาพที่ 3 หน้าจอผู้ใช้งาน

1.3 ผลการออกแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์แสดงดังภาพที่ 4 ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์ 2 ส่วนคือ ส่วนโครงสร้างหุ่นยนต์ที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์ 3 มิติประกอบด้วยชิ้นส่วนแขน ขา และลำตัวรวมกันทั้งสิ้นจำนวน 9 ชิ้น ในส่วนหัวหุ่นยนต์ใช้การพับกระดาษแข็งพิมพ์สีเพื่อให้ได้รูปลักษณ์ที่เป็นมิตร และส่วนฮาร์ดแวร์ที่เป็นกลไกสมองและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ประกอบด้วย Arduino Nano and Expansion Board ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการประมวลผล เชื่อมต่อกับ Servos จำนวน 9 ตัวเพื่อทำหน้าที่เป็นข้อต่อของหุ่นยนต์ และเชื่อมต่อกับ Bluetooth HC-05 เพื่อใช้ในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลชุดการเคลื่อนไหวจากแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้น



(A) ด้านหน้าหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ (B) ด้านหลังหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์

ภาพที่ 4 ต้นแบบหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน

จากต้นแบบแอปพลิเคชันสำหรับการสร้างชุดควบคุมการไหวอัตโนมัติของหุ่นยนต์ และต้นแบบหุ่นฮิวแมนนอยด์แบบ 9 เซอร์โว (Servos) ได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษจำนวน 3 คน ประกอบด้วย อาจารย์ประจำสาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 1 คนเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในเทคนิคการพัฒนาแอปพลิเคชันและการควบคุมหุ่นยนต์ อาจารย์ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษาจำนวน 1 คนเป็นผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และอาจารย์ประจำสาขาวิศวกรรมซอฟต์แวร์จำนวน 1 คนเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพของระบบซอฟต์แวร์และการออกแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ ในการทดสอบผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะทำการเปิดแอปพลิเคชันบนมือถือ เข้าใช้งานเมนูหลักและเมนูย่อยต่างๆ เช่น การตั้งค่า การเลือกหุ่นยนต์ และการสร้างชุดการเคลื่อนไหว จากนั้นจะใช้เทคนิคตัวต่อบล็อกภาพในการลากและวางบล็อกภาพเพื่อกำหนดการเคลื่อนไหวของหัว แขน และขาของหุ่นยนต์ ทำการบันทึกผลการทดสอบจำนวน 10 ครั้งเพื่อประเมินความถูกต้องเป็นรายกรณี ได้แก่ (1) ความถูกต้องในการทำงานของเมนูแอปพลิเคชัน (2) ความถูกต้องในการสร้างชุดคำสั่งเคลื่อนไหวของแอปพลิเคชัน (3) ความถูกต้องในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ และ (4) ความถูกต้องความสัมพันธ์ระหว่างชุดคำสั่งในและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ (Bucinskas, et al., 2022) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์

รายการ	จำนวนความถูกต้อง			ร้อยละความถูกต้อง
	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	
ความถูกต้องในการทำงานของเมนูแอปพลิเคชัน	10	10	10	100.00
ความถูกต้องในการสร้างชุดคำสั่งเคลื่อนไหวของแอปพลิเคชัน	10	10	10	100.00
ความถูกต้องในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์	10	10	10	100.00
ความถูกต้องความสัมพันธ์ระหว่างชุดคำสั่งในและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์	10	10	10	100.00
ค่าเฉลี่ย				100.00

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

จากตารางที่ 1 สรุปผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ มีประสิทธิภาพและมีความถูกต้องสูง โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนให้คะแนนความถูกต้องในการทำงานของเมนูแอปพลิเคชัน ความถูกต้องในการสร้างชุดคำสั่งเคลื่อนไหวของแอปพลิเคชัน ความถูกต้องในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ และความถูกต้องความสัมพันธ์ระหว่างชุดคำสั่งในและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกรายการ

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน

ในการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างจากเยาวชนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 30 คน ที่เข้าร่วมงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษในวันที่ 7 สิงหาคม 2566 ภายใต้กิจกรรมการเขียนโปรแกรมบล็อกภาพเพื่อการบังคับหุ่นยนต์ โดยกำหนดรูปแบบการทดสอบเป็นดังนี้

3.1 อธิบายการใช้งานโปรแกรมประกอบด้วย การใช้งานโปรแกรมเบื้องต้น การลากวางบล็อกภาพการสร้างการเคลื่อนไหวใน 1 ชุดสำหรับหัว/แขน/ขา และการสร้างการเคลื่อนไหวแบบต่อเนื่อง

3.2 ให้ผู้ใช้วางแผนการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และทดลองใช้งานแอปพลิเคชัน

3.3 เมื่อเสร็จสิ้น ผู้บรรยายสอบถามระดับความพึงใจในด้านต่าง โดยใช้แบบสอบถามแบบ Rating Scale 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด (Likert, 1967) หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความรวดเร็วในการเรียนรู้	4.63	0.34	มากที่สุด
2. ความพึงพอใจต่ออินเตอร์เฟส	4.50	0.62	มาก
3. ความสนุกและความท้าทายในการใช้งาน	4.46	0.53	มาก
4. ความเข้าใจในการใช้งาน	4.35	0.73	มาก
5. ความพึงพอใจในความแม่นยำของระบบ	4.32	0.42	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.45	0.53	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ พบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.45, S.D. = 0.53) ในด้านความรวดเร็วในการเรียนรู้มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.63, S.D. = 0.34) ในด้านความพึงพอใจต่ออินเตอร์เฟสมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.50, S.D. = 0.62) ในด้านความสนุกและความท้าทายในการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.46, S.D. = 0.53) ในด้านความเข้าใจในการใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.35, S.D. = 0.73) และในด้านความพึงพอใจใน

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

ความแม่นยำของระบบมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.32, S.D. = 0.42) โดยสรุปแสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันมีจุดเด่นในด้านความรวดเร็วในการเรียนรู้ ความพึงพอใจต่ออินเตอร์เฟส ความสนุกและความท้าทายในการใช้งาน ความเข้าใจในการใช้งาน และความแม่นยำของระบบ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพและความสามารถของแอปพลิเคชันในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี

อภิปรายผล

การออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ มีองค์ประกอบในการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพ และส่วนของหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ ในส่วนแอปพลิเคชันถูกพัฒนาด้วยภาษาจาวา ภายใต้สภาพแวดล้อม Android Studio โดยใช้ไลบรารี WebView และ BluetoothAdapter และส่วนหุ่นยนต์ประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์โครงสร้างหุ่นยนต์จำนวน 9 ชิ้น ฮาร์ดแวร์ Arduino Nano and Expansion Board ที่เป็นกลไกสมอง และฮาร์ดแวร์ Servos ที่ใช้ในการเคลื่อนไหว และ ฮาร์ดแวร์ Bluetooth HC-05 ที่ใช้สื่อสารและรับส่งข้อมูลชุดการเคลื่อนไหว

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และความพึงพอใจจากผู้ใช้งานต่อแอปพลิเคชันการสร้างชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติด้วยเทคนิคตัวต่อบล็อกภาพสำหรับควบคุมหุ่นฮิวแมนนอยด์ พบว่าคะแนนความถูกต้องจากผู้เชี่ยวชาญในการทำงานของเมนูแอปพลิเคชัน ความถูกต้องในการสร้างชุดคำสั่งเคลื่อนไหวของแอปพลิเคชัน ความถูกต้องในการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ และความถูกต้องความสัมพันธ์ระหว่างชุดคำสั่งในและการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ในทุกรายการ ในส่วนผลการศึกษาความพึงพอใจ พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานในระดับมาก เมื่อแยกรายประเด็นพบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากสำหรับประเด็น ความพึงพอใจต่ออินเตอร์เฟส ความเข้าใจในการใช้งาน ความคิดสรรค์และการสร้างสรรค์ และความพึงพอใจในความแม่นยำของระบบ ส่วนประเด็นที่มีความพอใจมากที่สุดคือ ความรวดเร็วในการเรียนรู้ สำหรับข้อคิดเห็นจากผู้ใช้งานในด้านจุดเด่นของแอปพลิเคชัน คือ ความง่ายในการใช้งาน ความสะดวกในการสร้างสรรค์ชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติ ความแม่นยำของระบบ และความรวดเร็วในการเรียนรู้ ทั้งนี้จากการสอบถามยังมีข้อเสนอแนะบางประการที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันในอนาคต เช่น ลดความล่าช้าในการประมวลผลชุดเคลื่อนไหวอัตโนมัติ พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับแพลตฟอร์มอื่นๆ เพิ่มเติม เป็นต้น สอดคล้องกับงานวิจัยของกัญจน์กุลณัช (2564) และสุชาดา (2562) ทั้งสองงานวิจัยได้ใช้แอปพลิเคชัน ScratchJr ในการสอนเขียนโปรแกรมสำหรับเด็กปฐมวัยและประถมศึกษา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้งานกับนักเรียนระดับอนุบาลและประถมศึกษาตอนต้น สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่ใช้เทคนิคตัวต่อบล็อกภาพในการสอนการเขียนโปรแกรม แต่ต่างกันที่กลุ่มเป้าหมาย คือเยาวชนระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษาตอนปลาย โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน ในทำนองเดียวกันงานวิจัยของธีรยุทธ (2560) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกภาพสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มี

`

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

ความสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ในด้านการใช้บล็อกภาพเพื่อการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมแต่ต่างกันในด้านการประยุกต์ใช้งานที่การควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ผ่านแอปพลิเคชันมือถือเพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้งานวิจัยของ Chakraborty (2022) ที่ประเมินแอปพลิเคชันการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์แบบบล็อกภาพสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มีความสอดคล้องในด้านการใช้บล็อกภาพเพื่อการควบคุมหุ่นยนต์แต่แตกต่างในกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ขณะที่งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่กลุ่มเยาวชนและการใช้งานผ่านแอปพลิเคชันมือถือ การเปรียบเทียบนี้แสดงให้เห็นว่างานวิจัยนี้มีความโดดเด่นในด้านการใช้แอปพลิเคชันมือถือและการประยุกต์ใช้เทคนิคตัวต่อบล็อกภาพในการควบคุมหุ่นยนต์ฮิวแมนนอยด์ ซึ่งสามารถเพิ่มความสะดวกและการเข้าถึงสำหรับผู้ใช้งานทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งยังมุ่งเน้นการศึกษาและการเรียนรู้ของเยาวชนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายหลัก

สำหรับข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด แอปพลิเคชันนี้สามารถขยายผลไปใช้กับเด็กในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น โดยควรปรับปรุงอินเตอร์เฟสให้ดึงดูดมากขึ้น เพิ่มฟีเจอร์ใหม่ๆ เช่น การแข่งขันการเขียนโปรแกรม การเรียนรู้ผ่านเกม และการสร้างชุมชนออนไลน์ สามารถพัฒนาให้รองรับแพลตฟอร์มอื่นๆ เช่น iOS เพื่อเพิ่มความสะดวกและการเข้าถึง แอปพลิเคชันนี้มีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงตรรกะ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ และสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนในวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ ที่ให้ทุนสนับสนุน และแต่งตั้งคณะกรรมการในการติดตาม ทั้งให้คำปรึกษาในการวิจัยนี้

ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2567 ISSN 2985-2161 (Online)

เอกสารอ้างอิง

กัญจน์กุลณัช พีรชาอัครชัย. (2564). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน ScratchJr. **วารสารวิชาการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์**, **10**(3), 13-22.

ธีรยุทธ จันทะบุตร. (2560). การพัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกภาพสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. **วารสารเทคโนโลยีและนวัตกรรม**, **8**(1), 36-43.

สุชาดา ภูริรักษ์. (2562). การพัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกภาพสำหรับเด็กปฐมวัย. **วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์**, **7**(2), 104-113.

Bucinskas, V., Dzedzickis, A. & Virzonis, D. (2022). Deep Q-Learning in Robotics: Improvement of Accuracy and Repeatability. **Sensors**, **22**(10), 3911.

Chakraborty, D. (2022). An Evaluation of a Blockly-Based Robot Programming Application for Undergraduate Students. **Journal of Education and Information Technologies**, **27**(3), 2099-2114.

Dick, W., Carey, L. & Carey, J. O. (2015). **The systematic design of instruction**. (7 th ed.). Boston, MA: Pearson Education.

Julià, C. & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. **International Journal of Technology and Design Education, 29**(2), 303-327.

Karaahmetoğlu, K. & Korkmaz, Ö. (2019). The effect of project-based Arduino educational robot applications on students' computational thinking skills and their perception of basic STEM skill levels. **Participatory Educational Research, 6**(2), 1-14.

Khine, M.S. (2017). **Robotics in STEM Education**. UK : Springer Nature.

Kopcha, T.J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J. & Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. **Journal of Formative Design in Learning, 1**(1), 31-44.

Lédeczi, Á., Volgyesi, P., Maróti, M. & Simon, G. (2019). Teaching computational thinking in primary school. **Journal of STEM Education, 19**(4), 15-24.

Likert, R. (1967). Attitude Theory and Measurement. **In The Method of Constructing and Attitude Scale**. New York : Wiley & Son.

Ortiz, A.M. (2015). Examining students' proportional reasoning strategy levels as evidence of the impact of an integrated LEGO robotics and mathematics learning experience. **Journal of Technology Education, 26**(2).

`

Vol.11 No.1 January-June 2024 ISSN 2985-2161 (Online)

Rahaman, M.M., Haque, M., Shekdar, R. & Ziaul, K. (2020). Educational Robot for Learning Programming through Blockly based Mobile Application. **Journal of Technological Science & Engineering,** 1-25.

Saleiro, M., Carmo, B., Rodrigues, J. & Buf, J. (2013). **A Low-Cost Classroom-Oriented Educational Robotics System. In International Conference on Social Robotics**. UK : Springer.

Sang, G.Y., Huang, L.Z., Li, S.H. & Guo, J.W. (2023). The Effectiveness of Educational Robots in Improving Learning Outcomes: A Meta-Analysis. **Sustainability, 15**(5), 4637.

Weintrop, D., Shepherd, D., Francis, P. & Franklin, D. (2017). Blockly goes to work: Block-based programming for industrial robots. **In 2014 IEEE/ASME 10th International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (MESA)**. Austria: IEEE.

Thailand Plus. (2566). **รองอธิบดีกรมส่งเสริมการเรียนรู้ เปิดโครงการ "การแข่งขันหุ่นยนต์" (STEM Education Robot Competition) ระดับประเทศ.** [Online]. Available : https://www.thailandplus.tv [2567, มิถุนายน 17].

Wang, G.Y., Huang, L.Z., Li, S.H. & Guo, J.W. (2023). The effectiveness of educational robots in improving learning outcomes: A meta-analysis. **Sustainability, 15**(5), 4637.