

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษ  
เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์  
Design and Development of Cardboard Prototypes to Promote  
Learning in Robotic Technology

ณัฐสินี ตั้งศิริไพบูลย์<sup>1\*</sup>, นราธิป วงษ์ปัน<sup>2</sup>, พงษ์สวัสดิ์ อำนางจิตกร<sup>3</sup>, วีระชัย สว่างทุกข์<sup>4</sup> และเมธาวัตน์ กาวิลเครือ<sup>5</sup>  
Natsinee Tangsiripaiboon<sup>1\*</sup>, Narathip Wongpun<sup>2</sup>, Pongsawat Amnakitikom<sup>3</sup>, Weerachai Sawangtook<sup>4</sup>  
and Metawat Kavilkrue<sup>5</sup>

<sup>1\*,2,3,4,5</sup>คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง 119 หมู่ 9 ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง,  
อีเมล natsinee1984@gmail.com, โทร 06 4428 2524

<sup>1\*,2,3,4,5</sup>Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University, 119 Moo 9, Chompu, Muang, Lampang,  
E-mail: natsinee1984@gmail.com, Tel. 06 4428 2524

วันที่รับบทความ 25 มกราคม 2564

Received: Jan. 25, 2021

วันที่รับแก้ไขบทความ 4 ธันวาคม 2564

Revised: Dec. 4, 2021

วันที่ตอบรับบทความ 8 ธันวาคม 2564

Accepted: Dec. 8, 2021

### บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่น งานวิจัยนี้เป็นแนวทางให้ผู้สนใจสามารถพัฒนาหุ่นได้ด้วยตนเอง ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีเค้าโครงตัวหุ่นมาจากงานวิจัยนี้ โดยใช้บอร์ดโนตเอ็มซียู (NodeMCU) เป็นบอร์ดพัฒนาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี ซึ่งสามารถออกแบบและพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริง ในการตรวจจับก๊าซและกลุ่มควันแบบง่าย ๆ โดยสามารถพัฒนาและประกอบหุ่นและเขียนโปรแกรม โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์ 2) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์ของนักศึกษาในกลุ่มเรียนรู้ และ 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ 1) สามารถออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์โดยใช้กล่องกระดาษได้ดี โดยมีผลในการประเมินทั้ง 5 ด้าน ได้ผลโดยรวมมีค่าเฉลี่ยที่ 4.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยที่ 0.73 อยู่ในระดับดี และ 2) นักศึกษากลุ่มเรียนรู้ จำนวน 18 คนมีความพึงพอใจเฉลี่ยที่ 3.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยที่ 0.64 อยู่ในระดับดี และ 3) การทดลองตัวจับก๊าซและควันโดยใช้ก๊าซจากไฟแช็ค ทำการทดลอง 10 ครั้ง หน่วยที่วัดได้คือ ppm ได้ค่าเฉลี่ยรวมของก๊าซที่ตรวจวัดได้คือ 412.2 ppm ซึ่งหุ่นสามารถแสดงผลออกทางจอภาพได้ตามคำสั่งของโปรแกรมอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** หุ่นกล่องกระดาษ, เครื่องมือพัฒนา, หุ่นเพื่อการศึกษา

### Abstract

The aim of this research was to design, develop, and evaluate the performance of cardboard prototypes to promote learning in robotic technology. This research sought to provide a way for interested parties to develop their own robots in various forms. The programming board "NodeMCU" using C language and able to be designed

and developed for use in the detection of gas and smoke, was used in this research. This research had 3 objectives: 1) to design and develop a robot prototype; 2) to assess the participants' (n = 18) satisfaction with the robot prototype design and their development; and 3) to assess the performance of the prototype robot. The results of the experiment are as follows: 1) assessment in 5 areas of the design and development of the robot prototype using cardboard showed a good level (4.23/5, standard deviation = 0.73); 2) assessment of the participants' satisfaction showed a good level (3.79/5, standard deviation = 0.64); and 3) the prototype robot could display output from the screen according to the instructions of the program at a good level: the gas and smoke detector using gas from the lighter was performed 10 times with the unit measured in part per million (ppm)- average of the gas was 412.2 ppm.

**Keywords:** Cardboard, Tool kits, Educational Robot

## 1. บทนำ

หุ่นถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นผู้ช่วยคอยทำงานให้มนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันหุ่นเข้ามาทำงานแทนมนุษย์เพิ่มมากขึ้น ซึ่งแนวคิดและการพัฒนาในเรื่องเทคโนโลยีด้านหุ่นนี้ อาจทำให้ชีวิตมนุษย์มีการเปลี่ยนแปลง ในอดีต หุ่นได้ถูกวางรูปแบบให้เป็นเครื่องจักรที่สามารถคิดเองได้ และสามารถตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี คนส่วนใหญ่จะเห็นหุ่นในลักษณะของเครื่องจักรกลที่มีรูปร่างคล้ายสิ่งมีชีวิต เช่น คน หรือสัตว์ต่าง ๆ แต่ในความเป็นจริงแล้ว หุ่นสามารถมีรูปร่างได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งานนั่นเอง (Krungsri Guru, 2020)

ไอบีเอ็ม (IBM) ได้สร้างหุ่น โอเพนซอร์ส (open source) ที่มีชื่อว่า TJBOT (Maker Kits, 2016) โดยสร้างจากกล่องกระดาษ หรือ 3D printer โดย ไอบีเอ็มเปิดโอกาสให้ผู้สนใจพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมหุ่นเบื้องต้นสามารถดาวน์โหลดโครงสร้าง หรือซื้อชุดเครื่องมือ TJBOT จาก ไอบีเอ็มเพื่อนำไปพัฒนาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นด้วยตนเองได้ ซีชาร์ วัลเดเวลด์ และคณะ (Vandeveld, C. et al., 2016) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาหุ่นขนาดเล็กด้วยตัวเอง โดยทำการทดสอบและสร้างหุ่นและทำการแข่งขันหุ่น ในรูปแบบหุ่นดับเพลิง ในประเทศไทยมีการจัดการแข่งขันหุ่นทั้งระดับอุดมศึกษาและมัธยมศึกษาเกิดขึ้นมากมาย เช่น การแข่งขันหุ่นแกรมมาโก้ แต่หุ่นที่ใช้ในการแข่งขันมีราคาแพงไม่เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นที่สนใจในการสร้างหุ่นด้วยตนเอง และหุ่นแต่ละตัวทำหน้าที่ได้ไม่หลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดของหุ่นและผู้เริ่มต้น เช่น นักเรียน นักศึกษา ที่อยากพัฒนาหุ่นไม่รู้อะไรจะเริ่มพัฒนาหุ่นอย่างไร อุปกรณ์ที่ใช้มีอะไรบ้าง จึงเป็นปัญหาสำหรับผู้เริ่มต้นที่ต้องการพัฒนาหุ่นด้วยตนเอง

จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นจากกล่องกระดาษ โดยตัวหุ่นถูกสร้างจากกล่องกระดาษที่มีราคาถูก และใช้บอร์ดโนดเอ็มซียู (NodeMCU) เป็นบอร์ดซึ่งสามารถทำงานได้หลากหลายและพัฒนาการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี เพื่อเป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับนักเรียนนักศึกษาและผู้สนใจในด้านเทคโนโลยีหุ่น สามารถต่อยอดพัฒนาเป็นหุ่นยนต์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ด้วยตัวเอง เช่น หุ่นตรวจจับฝุ่น PM 2.5, หุ่นตรวจจับความชื้นในอากาศ

และหุ่นตรวจจับควันไฟ ฯลฯ ซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน และเป็นการพัฒนา  
ด้านเทคโนโลยีหุ่นได้ในอนาคต

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้  
ด้านเทคโนโลยีหุ่น

2.2 เพื่อประเมินความพึงพอใจในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์ของนักศึกษา  
กลุ่มเรียนรู้

2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบ

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษสำหรับนักเรียนนักศึกษา มีรายละเอียด  
และขั้นตอนในการดำเนินงาน โดยใช้ตามหลักวงจรพัฒนาระบบ (Systems development life  
cycle – SDLC) มีขั้นตอนทั้งหมด 7 ขั้นตอน แต่ผู้วิจัยได้ตัดขั้นตอนที่มีการซ้ำซ้อนบางขั้นตอน  
ให้เป็นขั้นตอนเดียวกัน โดยเหลือขั้นตอนทั้งหมด 5 ขั้นตอน และมีกรอบแนวคิดงานวิจัยดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

3.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการสร้างหุ่น  
และการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษา ค้นคว้า หาข้อมูล โดยการรวบรวมข้อมูลและโปรแกรมต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการ  
การออกแบบและสร้างหุ่น และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาต้นแบบหุ่น

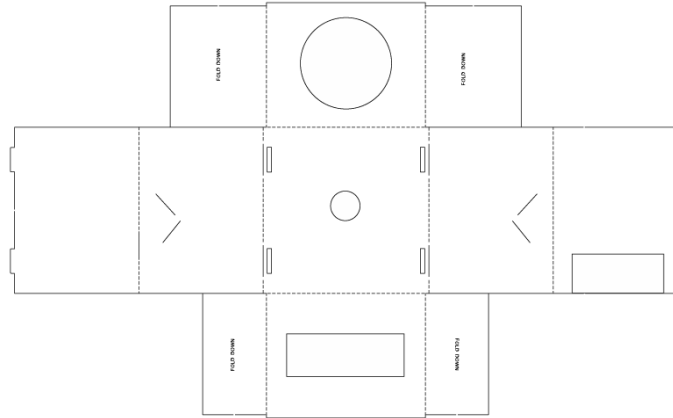
2) ผู้ใช้งานที่เกี่ยวข้อง ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ

(1) นักศึกษา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 18 คน

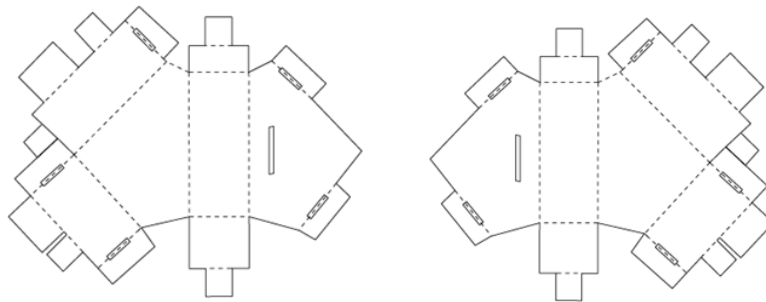
(2) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับหุ่น หรือที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 คน  
โดยมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป

### 3.2 ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

1) การออกแบบหุ่น ได้ทำการออกแบบตัวหุ่นจากกล่องกระดาษ โดยมีโครงสร้างดังนี้



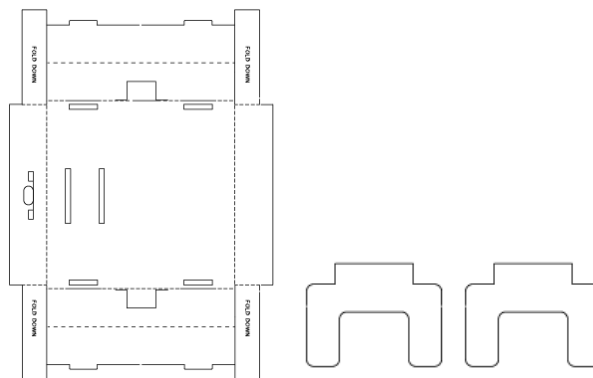
ภาพที่ 2 ส่วนหัวของหุ่น



(ก) ล้อด้านซ้าย

(ข) ล้อด้านขวา

ภาพที่ 3 ส่วนล้อด้านซ้ายและด้านขวาของหุ่น

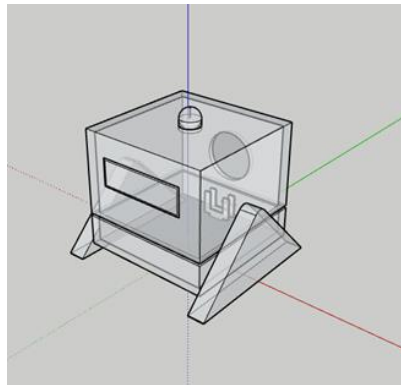


(ก) ส่วนฐานของหุ่น

(ข) ตัวยึดจับบอร์ด

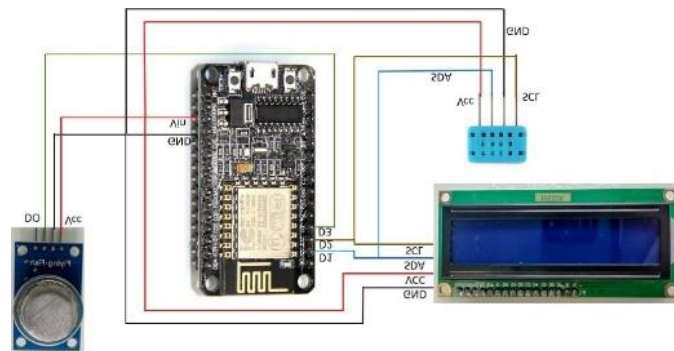
ภาพที่ 4 ส่วนฐานและตัวยึดจับบอร์ดของหุ่น

จากภาพข้างบนจะเห็นว่าเป็นส่วนประกอบต่าง ๆ ภายนอก ซึ่งสามารถใช้กล่องกระดาษ มาตัดตามแม่แบบแล้วขึ้นรูปหุ่นได้เหมือนในภาพที่ 5 ในขั้นตอนการออกแบบนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบหุ่นให้มีหน้าตาเป็นมิตร เข้าถึงง่าย มีหน้าจอแสดงผลเพื่อให้สามารถโต้ตอบกับผู้พัฒนาได้ โดยใช้หลักการเบื้องต้นในการพัฒนาหุ่น เช่น สมอง หน้าตา ขา เป็นต้น และออกแบบให้มีความยืดหยุ่นที่ผู้พัฒนาสามารถปรับเปลี่ยนรูปลักษณะหุ่นได้ด้วยตัวเอง เช่น การเพิ่มล้อ เปลี่ยน เซนเซอร์ ให้เหมาะกับงานที่ผู้พัฒนาต้องการให้ทำงานได้



ภาพที่ 5 หุ่นในมุมมอง 3 มิติ

2) การออกแบบวงจร โดยมีมีวงจรต่าง ๆ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แผงวงจรของหุ่นกล่องกระดาษ

จากภาพที่ 6 ใช้บอร์ดวงจรโนดเอ็มซียู ชื่อ ESP32 WiFi Bluetooth ซึ่งใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรมควบคุมวงจรเบื้องต้น และสามารถเชื่อมต่อด้วย ไร้ไฟ และบลูทูธ ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อไปยังคลาวด์ (Cloud) ได้ ตัวหุ่น จะมีหน้าตาโดยใช้ LCD ซึ่งสามารถแสดงตัวอักษรได้ 2 บรรทัด ทั้งหมด 16 ตัวอักษร และมีเซนเซอร์ที่ใช้เชื่อมต่อไว้สำหรับเขียนโปรแกรมอยู่ 2 ตัว คือเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับก๊าซและควัน และเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับความชื้น ซึ่งเซนเซอร์ทั้ง 2 ตัวนี้สามารถสลับเปลี่ยนให้หุ่นได้ โดยการต่อวงจรเข้ากับบอร์ด หรือผู้สนใจมีความเชี่ยวชาญจนสามารถพัฒนาหุ่นได้ด้วยตัวเอง สามารถเปลี่ยนเซนเซอร์ตัวอื่นเข้ามาพัฒนาทำให้มีความยืดหยุ่น

มากยิ่งขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ได้สร้างต้นแบบหุ่น ให้เป็นตัวจับควันไฟและตรวจจับความชื้นแบบง่าย ๆ ให้ผู้เริ่มต้นสนใจ หรือนักเรียน และนักศึกษาสามารถสร้างตามได้ด้วยตนเอง

3.3 ขั้นการพัฒนา (Development) ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองทำการสร้างตัวต้นแบบ โดยสร้างตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ ได้ดังภาพที่ 7 โดยมีขั้นตอนการพัฒนาการทดสอบ (Try out) มี 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้ 1) ออกแบบส่วนหัวของหุ่นและหน้าต่างให้มีความเป็นมิตร โดยวัดให้มีขนาดในการรองรับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น จอภาพ, ที่ตรวจจับควัน 2) ออกแบบในส่วนฐานและตัวยึดจับบอร์ด เพื่อให้สามารถใส่บอร์ดวงจรและสายไฟต่าง ๆ ได้ และ 3) ออกแบบส่วนล้อซึ่งเป็นตัวประสานระหว่างหัวและฐานของหุ่นเอาไว้ด้วยกัน



ภาพที่ 7 ตัวต้นแบบหุ่น

3.4 ขั้นการทดลอง (Implementation) ทำการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 18 คน คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง มีวิธีการทดลองดังนี้ 1) ให้กลุ่มเป้าหมายทดลองสร้างหุ่นต้นแบบตามวิธีและตัวอย่างที่มอบให้ 2) กลุ่มเป้าหมายทดสอบหุ่นเบื้องต้นโดยการเขียนคำสั่งควบคุมหุ่น 3) กลุ่มเป้าหมายลองปรับเปลี่ยนโค้ดตามโจทย์ที่ตั้งไว้ และดูการทำงานของหุ่นยนต์ในหน้าจอบนจอแสดงข้อความว่าสามารถแสดงคำสั่งได้ถูกต้อง 4) กลุ่มเป้าหมายทำแบบประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในการสร้างและใช้งานหุ่น 5) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ 6) สรุปผลลัพธ์ว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่



(ก) ทดลองสร้างหุ่นจากกล่องกระดาษ



(ข) ทดสอบเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นจากกล่องกระดาษเบื้องต้น

ภาพที่ 8 การทดลองสร้างและเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นเบื้องต้น

3.5 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) การประเมินประสิทธิภาพต้นแบบหุ่นแบ่งกลุ่มผู้ประเมินเป็น 2 กลุ่มโดย 1) ผู้เชี่ยวชาญและ 2) กลุ่มนักเรียนนักศึกษา โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านการออกแบบและประเมินประสิทธิภาพต้นแบบหุ่น มีขั้นตอนดังนี้ 1) ผู้เชี่ยวชาญทดสอบประสิทธิภาพของหุ่นว่าสามารถทำตามคำสั่งเบื้องต้นได้หรือไม่ 2) ผู้เชี่ยวชาญทำแบบประเมินประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ โดยประเมิน 5 ด้านดังนี้ 1) ด้านการออกแบบเฉลี่ยรวม 2) ด้านชิ้นงานภาพรวมเฉลี่ยรวม 3) ด้านประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยรวม 4) ด้านการใช้งานเฉลี่ยรวม และ 5) ด้านระดับความคุ้มค่าเฉลี่ยรวม และกลุ่มนักเรียนนักศึกษาประเมินความพึงพอใจภาพรวมของต้นแบบหุ่นหลังจากทำการสร้างแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล

#### 4. ผลการวิจัย

4.1 ออกแบบและพัฒนาต้นแบบต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่นยนต์

การออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่น ซึ่งจากการทดลองกลุ่มตัวอย่างสามารถสร้างตามที่ผู้วิจัยออกแบบได้ด้วยตนเอง และสามารถเขียนคำสั่งได้ โดยคำสั่งที่กลุ่มตัวอย่างเขียนเพื่อการตรวจจับก๊าซ ควีน และความชื้น ซึ่งจากผลการทดสอบหุ่นสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4.2 ประเมินความพึงพอใจในการออกแบบและพัฒนาต้นแบบหุ่นยนต์ของนักศึกษา กลุ่มเรียนรู้

ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านต่าง ๆ ในการทดสอบหาความพึงพอใจเกี่ยวกับภาพรวม ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 18 คน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจภาพรวม

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ค่าผลแปร
<b>ภาพรวมของหุ่น</b>			
1. รูปร่างของหุ่น	3.56	0.51	ดี
2. สีของหุ่น	3.44	0.71	ปานกลาง
3. วัสดุมีความแข็งแรง	3.33	0.59	ปานกลาง
4. การทำงานน่าสนใจ	4.00	0.59	ดี
5. ชนิดของอุปกรณ์และเซนเซอร์เหมาะสม	4.06	0.80	ดี
6. อุปกรณ์และเซนเซอร์ทำงานได้ถูกต้อง	4.17	0.62	ดี
7. ความยากง่ายในการประกอบ	3.67	0.59	ดี
8. ความยากง่ายในการเขียนโปรแกรม	3.78	0.73	ดี
9. ปัญหาที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้ง่าย	3.83	0.61	ดี
10. ความพึงพอใจโดยรวม	4.11	0.68	ดี
<b>ค่าเฉลี่ยในภาพรวม</b>	<b>3.79</b>	<b>0.64</b>	<b>ดี</b>

## 4.3 ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นยนต์ต้นแบบ

1) ผลการประเมินด้านการออกแบบและประสิทธิภาพของหุ่นโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่น 5 ปีขึ้นไป ได้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินด้านการออกแบบและประสิทธิภาพของต้นแบบหุ่นโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ค่าผลแปร
1. ด้านการออกแบบเฉลี่ยรวม	3.87	0.44	ดี
2. ด้านชิ้นงานภาพรวมเฉลี่ยรวม	4.09	0.76	ดี
3. ด้านประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยรวม	4.05	0.87	ดี
4. ด้านการใช้งานเฉลี่ยรวม	4.47	0.78	ดี
5. ด้านระดับความคุ้มค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.82	ดีมาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.23</b>	<b>0.73</b>	<b>ดี</b>

2) การทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานตามคำสั่งที่พัฒนาในการตรวจจับก๊าซและควัน โดยก๊าซที่ใช้เป็นก๊าซไฟแช็ค (GAS LIGHTER) ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง ระยะห่างในการปล่อยก๊าซจากจุดปล่อยถึงตัวหุ่น 30 เซนติเมตร หน่วยที่วัดได้คือ ppm ได้ผลดังตารางที่ 3



**ตารางที่ 3** การทดสอบประสิทธิภาพด้านการทำงานตามคำสั่งที่พัฒนาจำนวน 10 ครั้ง

ทดสอบ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ผลที่ได้	350	380	345	450	400	450	500	387	440	420

## 5. สรุปผลและการอภิปรายผล

5.1 สรุปผลตามวัตถุประสงค์ จากการที่ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาชุดเครื่องมือหุ่นกล่องกระดาษ 2 ข้อ ดังนี้

1) เพื่อออกแบบและพัฒนาต้นแบบต้นแบบหุ่นกล่องกระดาษเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีหุ่น หลังจากการดำเนินการได้หุ่นรวมทั้งหมด 8 ตัว สามารถทำงานได้สมบูรณ์ และถูกต้องสามารถทำงานตามคำสั่งโปรแกรมได้ และนักเรียนนักศึกษาสามารถพัฒนาโปรแกรมคำสั่งในการควบคุมหุ่นได้ด้วยตนเอง

2) เพื่อประเมินความพึงพอใจและประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นต้นแบบ ผลการประเมินแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ดังนี้ 1) การประเมินความพึงพอใจภาพรวมของหุ่น โดยนักศึกษาศาขารัฐศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จำนวน 18 คน 2) การประเมินด้านการออกแบบและประสิทธิภาพของต้นแบบหุ่นโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีประสบการณ์ในการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่น 5 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน และ 3) การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นต้นแบบตามคำสั่งโปรแกรมในการทดลองตัวจับก๊าซและควีนโดยใช้ก๊าซจากไฟแช็คทำการทดลอง 10 ครั้ง

(1) การประเมินความพึงพอใจภาพรวมของหุ่นโดยกลุ่มตัวอย่างข้างต้น จำนวน 18 คน พบว่ามีความคิดเห็นโดยรวม แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี ค่าเฉลี่ย 3.79 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่มีค่าสูงสุด คือ อุปกรณ์และเซนเซอร์ทำงานได้ถูกต้องซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี ลำดับที่ 2 คือ ความพึงพอใจโดยรวม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี และลำดับที่มีค่าต่ำสุด คือ วัสดุมีความแข็งแรง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.33 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพปานกลาง และลำดับที่มีค่าต่ำสุดรองลงมา คือ สีของหุ่น ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.44 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพปานกลาง ทำให้สามารถสรุปผลได้ว่าตัวหุ่นและเซนเซอร์สามารถทำงานได้จริง ตามคำสั่งที่พัฒนาด้วยภาษาซี แต่ตัววัสดุอุปกรณ์ของหุ่นไม่มีความแข็งแรงและสีไม่สวยงามเนื่องจากหุ่นใช้กล่องกระดาษในการสร้าง และสีของหุ่นอ้างอิงตามกล่องกระดาษที่ใช้ ทำให้หุ่นไม่มีความสวยงาม ซึ่งจากผลการทดลองที่ได้นี้ เป็นแนวทางในการพัฒนาหุ่นต่อไปในอนาคต โดยเปลี่ยนตัววัสดุในการสร้างหุ่นให้มีความคงทนมากกว่ากล่องกระดาษแต่ยังอยู่ในราคาที่ไม่แพงจนเกินไป

(2) การประเมินด้านการออกแบบและประสิทธิภาพของต้นแบบหุ่นโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการออกแบบหรือเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปีขึ้นไป จำนวน 5 ท่าน ทำการประเมินประสิทธิภาพทั้งหมด 5 ด้าน มีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 5 ด้าน แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.23 เมื่อพิจารณาแต่ละด้านพบว่า ด้านที่มีค่าสูงสุด คือ ด้านความคุ้มค่าซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดีมาก ลำดับที่ 2 คือ ด้านการใช้งานซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี และลำดับที่มีค่าต่ำสุด คือ ด้านการออกแบบซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.87 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี สามารถสรุปได้ว่าตัวหุ่นมีประสิทธิภาพสามารถใช้

งานได้จริง และมีความคุ้มค่าต่อการพัฒนาเพราะวัสดุที่ใช้มีราคาถูกหาได้ง่าย ตัวบอร์ดและเซนเซอร์ต่าง ๆ สามารถซื้อได้ตามเว็บไซต์ และร้านค้าทั่วไป แต่การออกแบบหุ่น ความคงทนของวัสดุ และความสวยงามยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ ซึ่งสามารถนำผลการทดลองนี้มาปรับปรุงพัฒนาและต่อยอดหุ่นได้ในอนาคต

(3) การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของหุ่นต้นแบบตามคำสั่งโปรแกรม ในการทดลองตัวจับก๊าซและควันโดยใช้ก๊าซจากไฟแช็ค ทำการทดลอง 10 ครั้ง ระยะห่างในการปล่อยก๊าซจากจุดปล่อยถึงตัวหุ่น 1 ไม้มบรทัดหรือ 30 เซนติเมตร หน่วยที่วัดได้คือ Part Per Million (ppm) ได้ค่าเฉลี่ยรวมของก๊าซที่ตรวจวัดได้ คือ 412.2 ppm ซึ่งหุ่นสามารถแสดงผลออกทางจอภาพได้ตามคำสั่งของโปรแกรม และในการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ ในด้านประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.05 และด้านการใช้งานเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.47 แปรผลได้ว่ามีคุณภาพดี ดังนั้นตัวหุ่นต้นแบบสามารถทำงานได้จริงตามคำสั่งของโปรแกรมที่เขียนควบคุมอยู่ในระดับดี

## 5.2 อภิปรายผลตามวัตถุประสงค์

นักวิจัยใน ไอบีเอ็ม (IBM) ได้ทำการพัฒนาหุ่นที่ชื่อว่า Tjbot (Maker Kits, 2016) เป็นหุ่นเพื่อการเรียนการสอนให้ผู้สนใจพัฒนาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นเบื้องต้น ซึ่งตัวหุ่นสามารถเขียนโปรแกรมพัฒนาไปได้หลายทางเช่น หุ่นควบคุมสภาพอากาศ หุ่นตรวจจับการเคลื่อนไหว ฯลฯ ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยของเราที่ได้ทำการพัฒนาหุ่นจากกล่องกระดาษ โดยตัวบอร์ดและภาษาที่ใช้ในการพัฒนาหุ่นมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระบบการเรียนการสอนของแต่ละประเทศ และยังมีงานวิจัยที่คล้ายคลึงกันอีกสองงาน โดยงานวิจัยแรกเป็นของ ชาร์ วิลเดเวลด์ และคณะ (Vandeveld, C. et al., 2016) ได้ทำการออกแบบและพัฒนาหุ่นซึ่งสามารถประกอบด้วยตัวเองเพื่อการศึกษา และเป็นหุ่นราคาถูกที่มีขนาดเล็ก โดยผลที่ได้เป็นที่พึงพอใจต่อผู้ใช้งานและเป็นก้าวแรกในการสร้างหุ่นเพื่อการศึกษาที่มีราคาถูก และงานวิจัยของ เอมี (Eguchi, A., 2014) ได้นำหุ่นเข้ามาช่วยในการศึกษาและการเรียนรู้สำหรับเด็กในด้านการคิดคำนวณการเข้ารหัสและด้านวิศวกรรม ซึ่งเป็นส่วนประกอบของการเรียนรู้ในรูปแบบสเต็ม (STEM Learning) โดยเน้นการบูรณาการวิทยาการหุ่นเพื่อการศึกษาเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนมัธยม ในประเทศไทยมีการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นโดยผ่านการสื่อสารไร้สาย (Kadthaisong, N. et al., 2016) แต่ในด้านการศึกษาหรือการพัฒนาสื่อการสอนโดยใช้วิทยาการหุ่นเข้ามาบูรณาการเป็นเครื่องมือการเรียนรู้มีงานวิจัยเกิดขึ้นน้อย ซึ่งในงานวิจัยนี้ถือเป็นงานวิจัยใหม่ที่ทำเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยตรง และยังสามารถนำมาพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต ในเรื่องของวัสดุที่ใช้ในการสร้างหุ่น สามารถพัฒนาให้มีความคงทนได้ดีกว่ากล่องกระดาษและเซนเซอร์ต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใส่ประกอบเพิ่มเติมได้ เช่น กล้องดวงตาหุ่น ล้อ และแขนจักรกล ฯลฯ ซึ่งทำให้นักเรียนนักศึกษาได้มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถเรียนรู้และพัฒนาได้ด้วยตนเอง ตามหลักการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0

## 6. เอกสารอ้างอิง

Eguchi, A. (2014). **Robotics as a Learning Tool for Educational Transformation.**

Proceedings of 4<sup>th</sup> International Workshop Teaching Robotics. Teaching with Robotics & 5<sup>th</sup> International Conference Robotics in Education.

Kadthaisong, N. and Pholsayom, N., (2016). Carry a wheel through wireless. **Journal of Intellectual Computer Science Project.** Vol 2. (1).

Kits, M. (2016). **IBM TJBOT.** [online], Available: <https://ibmtjbot.github.io/#gettj> access on March 27, 2021.

Krungsri Guru. (2021). **Cities of the future when the system can work for real people.** [online], Available: <https://www.krungsri.com/th/plearn-plearn/robotic-system-in-near-future>. access on March 27, 2021.

Vandeveld, C., et al. (2016). **Design and Evaluation of a DIY Construction System for Educational Robot Kits.** Int J Technol Des Educ 26. 521–540.