

การสร้างอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะด้วยเทคโนโลยี RFID สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

BUILDING A WASTE SORTING TEACHING DEVICE WITH RFID TECHNOLOGY FOR ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS.

คมสันต์ พิทยาภรณ์¹, วุฒิชัย เกษพานิช², สายพิน ไชยพันธ์³, อินจิรา นิยมธรร⁴

ยุทธนา ทรัพย์มูล⁵, และสุทธิลักษณ์ ชุนประวดี^{6*}

^{1,6} คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

^{1,2,3,4,5} คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

46 ถนนเจริญสุขนิทวงศ์ แขวงท่าพระ เขตบางกอกใหญ่ กทม. 101600

Corresponding author E-mail: Komsanp@siamtechno.ac.th

Received : 17 March 2021

Revised : 09 June 2021

Accepted : 15 June 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์การสอนคัดแยกขยะด้วยเทคโนโลยี RFID สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา นักเรียนจะสามารถแยกขยะสี่ประเภทออกจากกัน: ขยะทั่วไป ขยะอินทรีย์ ของเสียอันตราย และ รีไซเคิล อุปกรณ์การสอนประกอบด้วยถังพลาสติกขนาดเล็ก 4 ถังทำเป็นถังขยะจำลอง ตั้งแต่ถังติดตั้งระบบเซ็นเซอร์ข้อมูลที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุ (RFID Scanner) สำหรับขยะแต่ละประเภทและไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และมีการ์ดภาพขยะ 20 ใบ โดยขยะแต่ละประเภทมีการ์ดขยะ 5 ใบ ที่แผ่นการ์ดติดตั้ง RFID ของประเภทของขยะ ในการทดสอบ เมื่อนำการ์ดขยะ แต่ละแผ่นแตะที่เครื่องอ่าน (RFID Scanner) ของถัง เครื่องจะส่งสัญญาณไปที่ส่วนควบคุมซึ่งจะตรวจสอบว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกต้อง จะมีเสียงว่า “ถูกประเภท” ฝาถังจะเปิด ถ้าผิดจะมีเสียงว่า “ผิดประเภท” ฝาถังจะไม่เปิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 12 คน และครูประจำชั้นจำนวน 6 คน รวมทั้งหมด 18 คน จากโรงเรียนวัดเจ้ามูล ได้มาโดยการสุ่มห้องเรียนด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะและแบบทดสอบความรู้เรื่อง การคัดแยกขยะ เมื่อนำอุปกรณ์การสอนนี้มาทำการทดสอบกับครูผู้สอนนักเรียนชั้นประถมศึกษา ผลการประเมิน (จากคะแนนเต็ม 5) แสดงให้เห็นว่าการวิจัยนี้ใช้งานได้จริงโดยมีคะแนนเฉลี่ย 4.8 และความพึงพอใจโดยรวมด้วยคะแนน 4.4 สำหรับด้านความรู้ที่ได้รับ ผู้ใช้งานระบุว่าอุปกรณ์การสอนนี้มีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนด้วยคะแนนเฉลี่ย 4.8 และสามารถเป็นเครื่องมือที่ดีในการใช้งานเพื่อการศึกษาด้วยคะแนนเฉลี่ยที่ 4.6

คำสำคัญ: อุปกรณ์การสอน, การคัดแยกขยะ, ระบบเซ็นเซอร์ข้อมูลที่ใช้คลื่นความถี่วิทยุ, ไมโครคอนโทรลเลอร์

ABSTRACT

The purpose of the research was to create a teaching device for separating waste with RFID technology. Students will be able to separate four types of waste: general waste, organic waste, hazardous waste and recycle. Teaching equipment consists of 4 small plastic tanks, made into simulated trash cans. Each tank is equipped with a Radio Frequency Identification Scanner (RFID Scanner) for each type of waste and a monitoring microcontroller Arduino UNO R3 and there will be 20 garbage image cards, of which 5 cards for

<http://jeet.siamtechu.net>

each type of waste. On the card, install the RFID of the type of waste. In the training, when each garbage card touches the tank's RFID scanner, it scans the signal to the controller, which checks if it is correct. If right, it will sound "right type" and the lid will open. If it is wrong, it will sound "wrong type" and the lid will not open. The samples used in this research were 12 primary school students and 6 teachers, totaling 18 from Wat Chao Mun School. It is obtained by randomizing the classroom with a simple random method. The tools used in the research consisted of The satisfaction assessment form for the use of waste sorting teaching equipment and the waste sorting knowledge test. When the teaching equipment was tested on 6 primary school teachers and 12 students in Grade 1-6, the evaluation results (based on a full score of 5) showed that the research was practical, with an average score of 4.8, and overall satisfaction with score at 4.4. For knowledge gain, it was mentioned by the users that the teaching equipment had a clear purpose with average score of 4.8, and can be a good tool for educational use with the average score at 4.6.

Keywords: Teaching materials, waste separation, Radio Frequency Identification, microcontroller

1. บทนำ

ระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมา เรียกว่า “คนไทยสร้างขยะกันแทบทุกวินาที” ปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นจาก 10 ปีก่อนมากกว่า 3 ล้านตัน อันเป็นผลมาจากการขยายตัวของชุมชนเมืองและพฤติกรรมการกินอยู่ของคนในสังคม แต่เดิมกาแฟแก้วหนึ่งก็มีขยะไปแล้ว 3 ชิ้น ทั้งไม่เป็นที่กันก็มี ปี หนึ่ง “ขยะตกค้าง” เกือบ 10 ล้านตัน [6] สาเหตุเกิดจากการทิ้งขยะรวมกัน จึงทำให้ยากต่อการคัดแยกขยะและทำให้เกิดการตกค้างของขยะจำนวนมาก ทั้งนี้ การคัดแยกขยะก็เป็นการแก้ปัญหาที่ดี แต่จะหาอย่างไรให้ทุกคนหันมาใส่ใจการคัดแยกขยะให้มากขึ้น และก็จะมีการจัดการขยะโดยอาศัยหลัก 5R คือ 1.Reduce คือการลดปริมาณขยะโดยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์สิ้นเปลือง 2.Reuse คือ การนำมาใช้ซ้ำ เช่น ขวดแก้ว ถังการดาด กระจกพิมพ์หน้าหลังเป็นต้น 3.Repair คือ การซ่อมแซมแก้ไขสิ่งของต่าง ๆ ให้สามารถใช้งานต่อไปได้ 4.Reject คือ การหลีกเลี่ยงใช้สิ่งของที่ทำให้เกิดมลพิษ 5.Recycle [10] คือ การแปรสภาพและหมุนเวียนนำกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยนำไปผ่านกระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง จะเห็นได้ว่าหลักการ 5R มีความยุ่งยากที่จะปฏิบัติตาม

ดังนั้นจึงเห็นว่าการแยกขยะเป็นขั้นตอนที่สามารถปฏิบัติตามได้ง่ายที่สุด และกลุ่มเป้าหมายที่เราจะสามารถทำการสอนให้ปฏิบัติได้ คือ เด็ก ผู้วิจัยจึงคิดที่จะสร้างอุปกรณ์การสอนเพื่อจะปลูกฝังจิตสำนึกให้กับเด็กให้รักสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและตระหนักถึงการทิ้งขยะไม่เป็นที่ เป็นทาง และสิ่งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คืออุปกรณ์การสอนคัดแยกขยะให้ถูกประเภท การทำงานของถังขยะก็คือถ้านำขยะไปทิ้งที่ถังขยะที่ถูกประเภทก็จะมีเสียงขึ้นว่าถูกประเภทแต่ถ้านำขยะไปทิ้งในถังที่ผิดประเภท ถังขยะก็จะมีเสียงว่าผิดประเภท การทำแบบนี้จะทำให้เด็ก ๆ ได้รู้ว่าขยะประเภทไหนควรทิ้งถึงไหนถึงจะถูกประเภทและไม่ทำให้โลกเกิดขยะตกค้าง

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อสร้างอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
- 2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของผู้ใช้อุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. อุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
2. แบบประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. วิเคราะห์ข้อมูล จากแบบประเมินประสิทธิภาพของอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าเฉลี่ย โดยแบ่งระดับการประเมิน ดังนี้

ระดับดีมาก	ให้มีค่าคะแนนเป็น 5
ระดับดี	ให้มีค่าคะแนนเป็น 4
ระดับปานกลาง	ให้มีค่าคะแนนเป็น 3
ระดับน้อย	ให้มีค่าคะแนนเป็น 2
ระดับน้อยที่สุด	ให้มีค่าคะแนนเป็น 1

เกณฑ์การให้ค่าเฉลี่ย ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.51 – 5.00	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย 3.51 – 4.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับดี
คะแนนเฉลี่ย 2.51 – 3.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย 1.51 – 2.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับน้อย
คะแนนเฉลี่ย 1.00 – 1.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

อุปกรณ์การสอนเรื่องการคัดแยกขยะนี้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นอุปกรณ์การสอนสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 เพื่อให้นักเรียนสามารถรู้ถึงประเภทของขยะโดยจะมีเสียงออกมาจากถังขยะเมื่อทิ้งขยะลงในถัง และจะติดตัวสแกน RFID อยู่บนตัวถังขยะ[11] เพื่อทำการสแกนขยะและแยกประเภทของขยะ โดยจะมีการดูรูปขยะ 4 ประเภทแต่ละประเภทจะแบ่งเป็นประเภทละ 5 ใบ เมื่อทิ้งขยะถูกประเภทฝาถังจะเปิดออกและจะมีเสียงว่า “ถูกประเภท” หากเป็นขยะที่ผิดประเภทฝาถังจะไม่เปิดและจะมีเสียงว่า “ผิดประเภท”

โดยการออกแบบจะคำนึงถึงขนาดที่เล็กและมีน้ำหนักที่เบาต่อการขนย้าย แหล่งพลังงานของอุปกรณ์ต้องเป็นแบบไร้สาย จากการศึกษาค้นคว้าจึงได้พบไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีชื่อว่า Arduino UNOR3 ที่มีน้ำหนักเบาและขนาดไม่ใหญ่มากเกินไปซึ่งเหมาะกับการที่จะทำตัวสแกนของถังขยะ

ในส่วนของตัวสแกน RFID นั้น พบว่า ตัวสแกน RFID เซ็นเซอร์นั้นสามารถทำการสแกนได้อย่างแม่นยำ โดยจะทำการสแกน ID ของชิปแต่ละอัน และสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว [12] จึงเลือกตัวสแกน RFID เซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ในการสแกนขยะ ซึ่งมีเซ็นเซอร์อื่น ๆ อีกแต่พบว่าไม่สามารถสแกนได้ดีเท่ากับตัวนี้ และมีเซ็นเซอร์ที่สแกนที่แม่นยำแต่ราคาแพงอย่างมากจึงไม่เหมาะกับการทำการคัดแยกขยะ

ปกติแล้วนักเรียนจะสามารถจดจำจากการเรียนและ การได้เล่นเกมต่าง ๆ ดังนั้นการใช้อุปกรณ์การสอนมาช่วยจึงทำให้เด็กนักเรียนมีการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการเล่นได้ สำหรับนักเรียนนั้นการได้เล่นเกมที่สอดแทรกไปด้วยความรู้นั้นก็ทำให้มีความสนใจอย่างมาก ผู้จัดทำจึงจะทำอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะนี้ออกมาให้เหมือนเกมมากที่สุดและมีราคาที่ถูกอีกด้วย

กระบวนการการทำงาน

โครงสร้างภายนอกของการคัดแยกขยะมี 2 อย่างคือ ตัวถังขยะ และการดูรูปขยะต่าง ๆ



รูปที่ 1 แสดงการออกแบบอุปกรณ์ภายนอกของการคัดแยกขยะ

แยกการคัดแยกออกเป็น 4 ประเภท ๆ ละ 5 ใบ และติด RFID อยู่ในการคัดแยกทุกใบดังนี้



รูปที่ 2 การออกแบบการคัดแยกขยะต่าง ๆ

ที่มา : <https://www.bandon.go.th/images/abt/pdf/319.pdf>

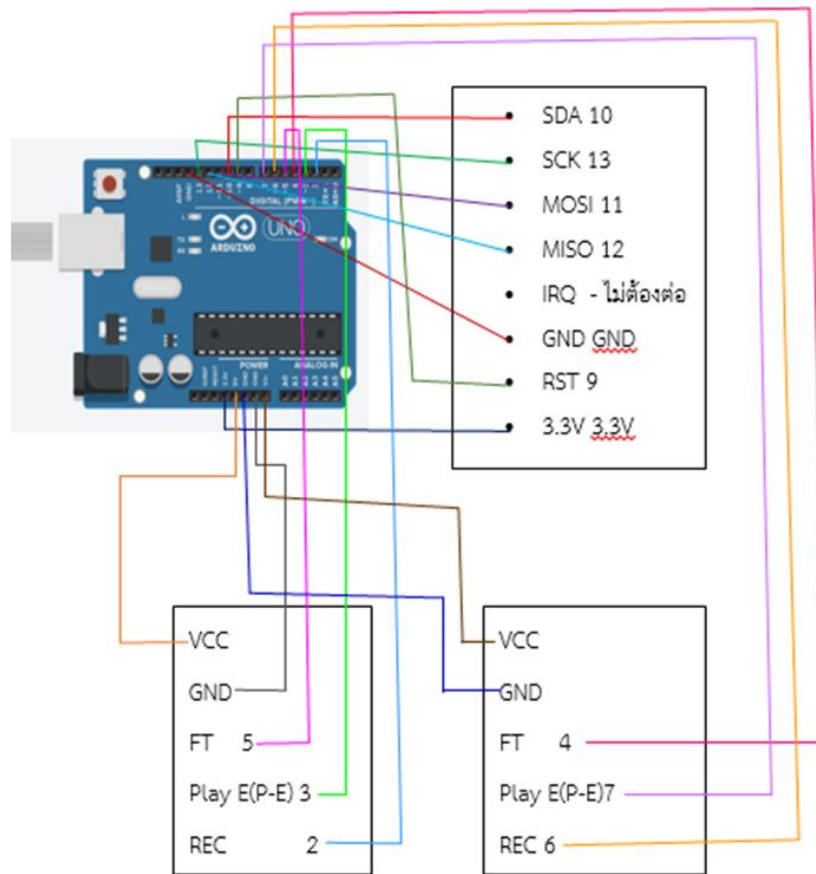
การ์ดมี 4 ประเภท คือ ขยะทั่วไป ขยะอันตราย ขยะอันตราย และขยะรีไซเคิล จัดทำ ประเภทละ 5 ใบ รวมทั้งหมด 20 ใบ การ์ดมีขนาด 20X15 CM ทำจาก ฟิวเจอร์บอร์ด และการ์ด RFID โดยติดภาพขยะที่การ์ด

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

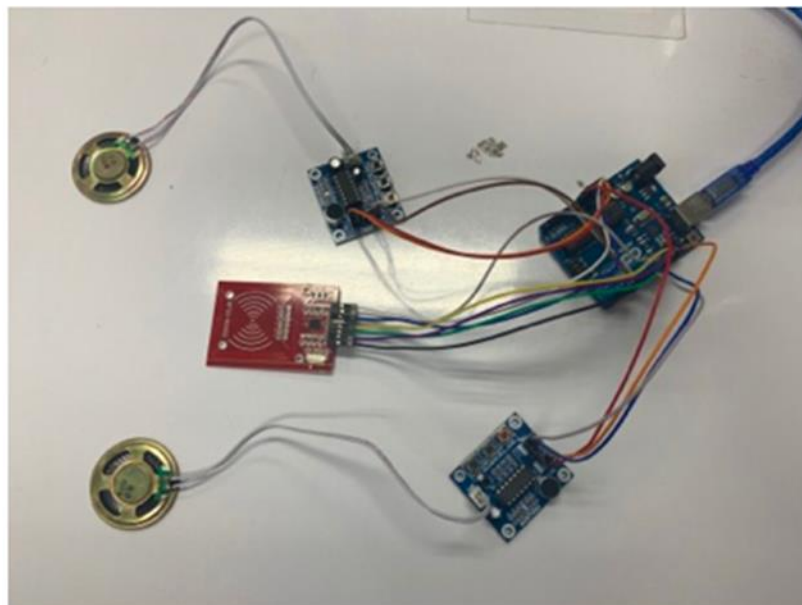
ส่วนประกอบ

1. Arduino UNO R3
2. RFID Arduino
3. ISD 1820 (ลำโพงและตัวบันทึกเสียง)
4. Power bank

ในส่วนของฮาร์ดแวร์จะมีอุปกรณ์หลักอยู่ 3 ชิ้นส่วนคือ Arduino UNOR3 , RFID Arduino และ ISD1820 หรือตัวบันทึกเสียง ส่วนแหล่งพลังงานของการคัดแยกขยะใช้เป็น Power bank 20,000 mAh ซึ่งนำมาเชื่อมต่อกันในลักษณะดังนี้



รูปที่ 3 แสดงวงจรของการตัดแยกขยะ



รูปที่ 4 ทดสอบการทำงานเบื้องต้นของการตัดแยกขยะ

หลังจากได้แบบวงจรของการตัดแยกขยะ ขั้นตอนต่อไปจึงทำการทดลองเชื่อมต่อตามแบบวงจรลงบนบอร์ดทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของการทำงานของการตัดแยกขยะก่อนดำเนินการขั้นตอนต่อไปเพื่อให้เกิดความผิดพลาดให้น้อยที่สุด

4. ผลการออกแบบ และพัฒนาอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะ

หลังจากที่ได้ทำอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะ พบว่า การทำงานของอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะเป็นที่น่าพึงพอใจสามารถใช้งานได้ดี แต่อาจจะมีบางที่ที่การสแกนอาจจะผิดพลาดเกิดจากเครื่องสแกนไม่ได้ประสิทธิภาพ แต่เป็นไปตามคาดหมายไว้



รูปที่ 5 อุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะ

การทำงานของอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะ เริ่มต้นการทำงานโดยการ Scan ส่งสัญญาณไปที่บอร์ด Arduino Uno R3 และบอร์ด Arduino Uno R3 จะทำการตรวจสอบหมายเลขใน Array ว่าตัวเลขที่ Scan ตรงกับตัวเลขใน Array หรือไม่ ถ้าตรงก็จะส่งสัญญาณไปที่ตัวบอร์ด ISD1820 ตัวแรกและจะส่งเสียงขึ้นว่า “ถูกประเภท” แต่ถ้าทำการ Scan แล้วตรวจสอบพบตัวเลขไม่ตรงกับใน Array ก็ส่งสัญญาณไปที่บอร์ด ISD1820 ตัวที่ 2 และจะส่งเสียงขึ้นว่า “ผิดประเภท”



รูปที่ 6 การทำงานของถังขยะ

5. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผู้ใช้อุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

จากการทดสอบการใช้งานอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะที่สร้างขึ้นนี้ มีการนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของ โดยให้คุณครูนำอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะใช้เพื่อสอนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 12 คน คุณครู 6 คน รวมทั้งหมด 18 คน ซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับ ดังนี้

1. ส่วนประกอบของแบบประเมินด้านการใช้งาน
 - 1.1 ออกแบบเหมาะสม ง่ายต่อการใช้ สัดส่วนเหมาะสมสวยงาม
 - 1.2 ขนาดของอุปกรณ์การสอน (ถังขยะ การ์ดขยะ) ชัดเจน สวยงาม เหมาะสมกับผู้เรียน
 - 1.3 ภาพขยะใช้กราฟิกเหมาะสม ชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา
 - 1.4 ความพึงพอใจในภาพรวมต่ออุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะ
 - 1.5 งานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง
2. ส่วนประกอบของแบบประเมินด้านความรู้ที่ได้รับ
 - 2.1 มีวัตถุประสงค์ชัดเจน
 - 2.2 ใช้ภาษาถูกต้อง เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน
 - 2.3 เนื้อหาความรู้จากสื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษา
 - 2.4 อุปกรณ์การสอนกระตุ้นให้เกิดการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม
 - 2.5 ความรู้ความเข้าใจบทเรียนก่อนการใช้สื่อ
 - 2.6 ความรู้ความเข้าใจบทเรียนหลังการใช้สื่อ
 - 2.7 เนื้อหาความรู้จากสื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษา
 - 2.8 อุปกรณ์การสอนกระตุ้นให้เกิดการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม

ข้อจำกัดของการ์ดที่ใช้ในกาทดสอบ คือ การ์ดมีขนาดพอดีกับตัวขยะ และ 1 การ์ด เป็นขยะ 1 ประเภทเท่านั้น และไม่สามารถแยกชิ้นส่วนเหมือนขยะจริงได้ เช่น การ์ดของขยะอินทรีย์ ไม่สามารถแยกภาชนะได้ เพราะขยะจริงอาจจะเป็นกล่องข้าว ที่จะต้องแยกเศษอาหารและกล่องใส่ข้าว เป็นต้น

6. ผลการประเมิน

การทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะกับนักเรียน ประถมศึกษาปีที่ 1-6 ด้านการได้รับความรู้พบว่าอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ที่ 4.8 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก รองลงมาคือ การใช้ภาษาถูกต้อง เหมาะสมกับผู้เรียน อยู่ที่ 4.7 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ การสื่อความหมายได้ชัดเจนเหมาะสมกับบริบทของเนื้อหา อยู่ที่ 4.7 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ มีความสวยงามเหมาะสม น่าสนใจ อยู่ที่ 4.7 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ เนื้อหาความรู้จากอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษา อยู่ที่ 4.6 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคืออุปกรณ์การสอนเสริมสร้างความเข้าใจในการเรียน อยู่ที่ 4.5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมา คืออุปกรณ์การสอนกระตุ้นให้เกิดการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม อยู่ที่ 4.5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ ความรู้ความเข้าใจบทเรียนก่อนการใช้สื่อ อยู่ที่ 4.5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ ความรู้ความเข้าใจบทเรียนหลังการใช้สื่อ อยู่ที่ 4.5 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือด้านการสื่อสารมีความชัดเจน ถูกต้องน่าเชื่อถือ อยู่ที่ 4.2 อยู่ในเกณฑ์ดีมากตามลำดับ

<http://jeet.siamtechu.net>

ด้านการใช้งานพบว่าอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสามารถนำไปใช้งานได้จริงอยู่ที่ 4.8 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ การออกแบบเหมาะสมต่อการใช้งานสะดวก สบายงาม อยู่ที่ 4.6 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือขนาดของอุปกรณ์การสอน (ถังขยะ การ์ดขยะ) สี ตัวอักษร ชัดเจน สบายงาม เหมาะสมกับผู้เรียน อยู่ที่ 4.4 อยู่ในเกณฑ์ ดีมาก รองลงมาคือ ความพึงพอใจในภาพรวมต่ออุปกรณ์การสอน อยู่ที่ 4.4 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ ภาพขยะใช้กราฟฟิกเหมาะสมชัดเจน สอดคล้องกับเนื้อหา อยู่ที่ 4.2 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก รองลงมาคือ คุณภาพการใช้เสียงประกอบบทเรียนเหมาะสม ชัดเจนน่าสนใจใช้งานง่าย อยู่ที่ 3.6 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ ตามลำดับ

7. สรุปผลการพัฒนาอุปกรณ์การสอนการคัดแยกขยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เน้นเกี่ยวกับอุปกรณ์การสอนสำหรับนักเรียน โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์โดยในงานวิจัยนี้เน้นไปที่การเรียนรู้และการสอนเป็นหลัก ระบบการทำงานหลักๆ คือ การ Scan การ์ดขยะต่าง ๆ และแยกประเภทให้ถูก ในงานวิจัยนี้ได้ใช้งบประมาณทั้งหมดในการทำงานประมาณ 4,040 บาท ซึ่งสามารถใช้งานได้จริงกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 หวังว่าอุปกรณ์การสอนจะสร้างประโยชน์ให้แก่ผู้ใช้งานและสามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ต้องการ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] บันทา, น. (2554). ถังขยะพูดได้. วิทยาลัยเทคโนโลยีพาณิชยและบริหารธุรกิจ.
- [2] ผาลาวรรณ, ส. (2558). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี RFID ในงานห้องสมุด. In ส. ผาลาวรรณ, วารสารวิจัยสมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทยฯ (p. 1).
- [3] เรืองประทีป, น. (2561). การศึกษาการจัดการคลังสินค้าโดยใช้เทคโนโลยี RFID . วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนการ.
- [4] สงวนวัฒนา, บ. (2558). ระบบตรวจนับครุภัณฑ์ด้วย RFID . Thailand: มหาวิทยาลัยวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- [5] สุวรรณเพชร, ป. (2560). เรียนรู้และลงเล่น Arduino เบื้องต้น .วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ
- [6] ทีมข่าวเฉพาะกิจไทยรัฐออนไลน์. (12 06 2019). วิกฤติ "ขยะตกค้าง" ปีเดียวเท่า 3 ราชมังฯ เฉลี่ยต่อวันทิ้งคนละ 1 กก. เข้าถึงได้จาก <https://www.thairath.co.th/>: <https://www.thairath.co.th/scoop/1589606>
- [7] HOW TO USE ISD1820 VOICE RECORDER AND PLAYER (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <https://www.instructables.com/id/HOW-TO-USE-ISD1820-VOICERECORDER-AND-PLAYER/>
- [8] สอนใช้งาน Arduino เริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม Arduino IDE (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <https://www.myarduino.net/article/74/>
- [9] การใช้งานโมดูลอ่าน RFID กับ Arduino แบบง่ายๆ (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <https://www.ioxhop.com/b/37>
- [10] มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2555). 5R ลดปริมาณขยะ ลดโลกร้อน. Retrieved from coordinate.mju.ac.th: https://coordinate.mju.ac.th/wtms_webpageDetail.aspx?wid=143
- [11] สมสุภาพรยุศ, น. (2560). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีสำหรับการคัดแยกนักศึกษาที่มาใช้บริการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- [12] วัชรกร หนูทอง, อ. น. (2547). RFID เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์. In สาร NECTEC (p. 15). กรุงเทพฯ: NECTEC.