



ขยะทั่วโลก

Zero Waste

ผู้จัดทำโครงการ

นายณชนน บุญช่วย	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
นายพีรภัทร บุญเลาะ	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
นายวุฒิกร สุขปทิว	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ครูที่ปรึกษาโครงการ

นายนคร ปราบมนตรี Email : nakhon.ttech@gmail.com

นางสาวหทัยภรณ์ วรรตมะ Email : nann.hatthayaporn@gmail.com

โรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ

สังกัดสำนักบริหารงานการศึกษาพิเศษ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

บทคัดย่อ

การทำโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ฝึกให้นักเรียนนำกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ มาออกแบบสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน 2) สร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ตัดแยกขยะรีไซเคิล ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ 3) สร้างแรงจูงใจและปลูกฝังนิสัยในการคัดแยกขยะให้กับนักเรียนโดยการลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ โดยการคัดแยกขยะรีไซเคิล 2 ประเภท ได้แก่ ขวดพลาสติก กระป๋องอลูมิเนียม ด้วยการรับภาพผ่านกล้องแมชชีนวิชัน(Machine Vision) ร่วมกับระบบบอร์ดคิดไบรท์ AI ด้วยชุดข้อมูลภาพ 50 ภาพ 2 ชนิด โดยเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์หมุนพลิกเพื่อเทขยะได้ถูกต้องตามประเภทขยะ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 95% ผลลัพธ์ค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.8 ผลทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องคัดแยกขยะไปยังถังรับขยะสามารถใช้งานด้วยเซอร์โวมอเตอร์ถูกต้อง 100%

คำสำคัญ

เครื่องคัดแยกขยะ, การคัดแยกวัสดุ

บทนำ

ปัญหาขยะในประเทศไทยมีความรุนแรงขึ้นโดยเฉพาะปัญหาขยะตกค้างในสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหาตามมาอย่างมาก ทั้งเรื่องการเกิดแหล่งเชื้อโรคสะสม การรั่วไหลของขยะออกสู่ขยะกลายเป็นขยะทะเล หรือแม้กระทั่งการสะสมของไมโครพลาสติกในอาหารทะเล

รัฐบาลได้กำหนดนโยบายการขับเคลื่อน BCG (Bio-Circular-Green Economy) เป็นวาระแห่งชาติ เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจสู่ความยั่งยืน และการแก้ปัญหาสถานะโลกร้อน ขยะเป็นปัญหาที่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดจากขยะมีมากขึ้นในยุคปัจจุบัน ในการอนุรักษ์พลังงานและ สิ่งแวดล้อมจึงจำเป็นต้องมีการนำหลักการจัดการขยะ 5 R มาใช้ ได้แก่ Reduce Reuse Repair Reject Recycle เพื่อนำ

กลับมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประโยชน์ต่างๆ และลดปัญหาเรื่องสิ่งแวดล้อม การสร้างทัศนคติที่ดีในการจัดการขยะ และฝึกให้ชินจนเกิดเป็นนิสัยทั้งกับเด็กและผู้ใหญ่จนเกิดเป็นพฤติกรรมจริง เป็นวิธีการปลูกฝังการรักสิ่งแวดล้อมตอบสนองต่อการขับเคลื่อน BCG ได้อย่างยั่งยืน

โรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ เป็นโรงเรียนเฉพาะความพิการที่จัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียนพิการ 3 ประเภท ได้แก่ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน นักเรียนที่มีความบกพร่องทาง และนักเรียนออทิสติก พระราชบัญญัติส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ พุทธศักราช 2550 ได้ให้ความหมายคนพิการว่า เป็นบุคคลซึ่งมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคม เนื่องจากมีความบกพร่องทางการเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว การสื่อสาร จิตใจ อารมณ์ พฤติกรรม สติปัญญา การเรียนรู้ หรือความบกพร่องอื่นใด ประกอบกับมีอุปสรรคในด้านต่างๆ และมีความจำเป็นพิเศษที่จะต้องได้รับความช่วยเหลือด้านหนึ่งด้านใดเพื่อให้สามารถปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวันหรือเข้าไปมีส่วนร่วมทางสังคมได้อย่างบุคคลทั่วไป ทั้งนี้ทำให้ในโรงเรียนมีปัญหาในการจัดการขยะ นักเรียนไม่แยกขยะ ทำให้ขยะในโรงเรียนมีมากและไม่เกิดประโยชน์ ผู้จัดทำจึงนำกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์มาออกแบบสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์คัดแยกขยะรีไซเคิล ให้สามารถนำขยะรีไซเคิลไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อแก้ปัญหาขยะ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบในโรงเรียนและในชีวิตประจำวัน รวมถึงสร้างแรงจูงใจและปลูกฝังนิสัยในการคัดแยกขยะให้กับนักเรียนโดยการลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดที่จะจัดทำนวัตกรรม ขยะกู้โลก Zero Waste ที่เป็นเครื่องคัดแยกขยะประเภทขยะรีไซเคิล ด้วยการประมวลผลภาพ โดยใช้บอร์ดคิดโปรร่วมกับ AI ในการคัดแยกวัสดุ ใช้เซอร์โวมอเตอร์เพื่อตรวจจับขยะรีไซเคิลที่ได้จัดเตรียมเอาไว้แต่ละประเภท เพื่อลดเวลาในการคัดแยกขยะด้วยมือ และสามารถนำขยะไปทำการรีไซเคิลได้ทันที เริ่มจากการใช้นวัตกรรมภายในโรงเรียนเพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนมีการจัดการขยะได้อย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

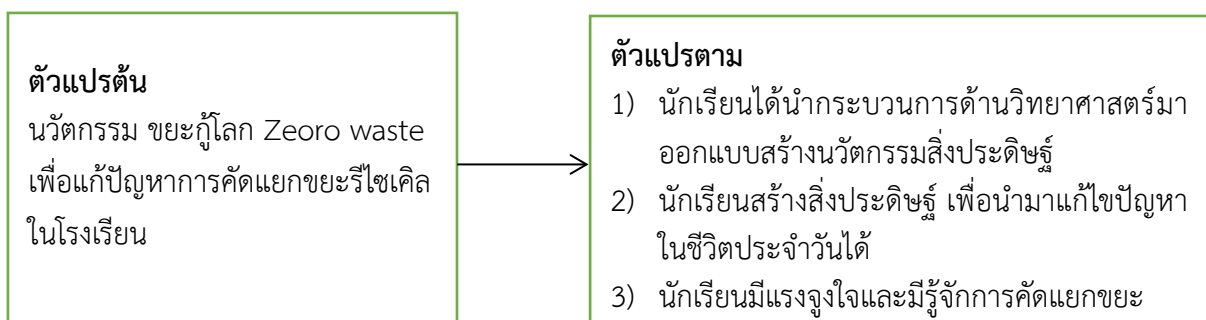
- 1) ฝึกให้นักเรียนนำกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์มาออกแบบสร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน
- 2) สร้างนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์คัดแยกขยะรีไซเคิล ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ
- 3) สร้างแรงจูงใจและปลูกฝังนิสัยในการคัดแยกขยะให้กับนักเรียนโดยการลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตประชากร

นักเรียนโรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ 3 ประเภทความพิการ ได้แก่ นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน นักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา และนักเรียนออทิสติก จำนวน 151 คน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. ขอบเขตตัวแปร



3. ขอบเขตเวลา

เดือน กันยายน – เดือน พฤศจิกายน 2566

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะที่เกี่ยวข้องไว้ ดังนี้

- 1) เครื่องคัดแยกขยะ หมายถึง โครงการงาน Zero waste ขยะกู้โลก เป็นเครื่องคัดแยกขยะที่คัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องอลูมิเนียม
- 2) การคัดแยกวัตถุ หมายถึง การคัดแยกภาพขยะที่ถ่ายจากมุมต่างๆ เพื่อให้ระบบ AI จัดจำและเรียนรู้เพื่อนำไปประมวลผลการคัดแยก

การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

การจัดทำโครงการงาน Zero waste ขยะกู้โลก ผู้จัดทำได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ในการจัดทำโครงการงานดังนี้

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ ได้ให้กล่าวถึง บอร์ดคิดไบรท์ AI การใช้ KidBright AI Platform ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วน Hardware (ฮาร์ดแวร์) กับส่วน Software (ซอฟต์แวร์) จะขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ได้ ส่วนฮาร์ดแวร์ จะเป็นส่วนที่นำไปประกอบกับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อพัฒนาเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ในส่วนซอฟต์แวร์จะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการสอนให้ AI เรียนรู้ และสั่งงานให้ KidBright ทำงานตามความต้องการ หัวใจสำคัญในส่วนฮาร์ดแวร์คือ 1) ส่วนประมวลผล (Processor Unit) ที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก กับโมดูล A ซึ่งเป็นส่วนทำหน้าที่ประมวลผลด้าน AI (Neural Network Computing Module) และ 2) ส่วนรับข้อมูล (Input Unit) ซึ่งมีสองชนิดหลักคือ กล้องดิจิทัลและไมโครโฟน จึงทำให้ KidBright AI Platform สามารถรับรู้สภาพแวดล้อมจากการมองเห็นผ่านกล้อง และการได้ยินเสียงจากไมโครโฟน นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มอุปกรณ์เซนเซอร์ภายนอกได้ในภายหลัง

กระบวนการคิดไบรท์ AI

ใช้หลักการปัญญาประดิษฐ์แบบการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning: ML) ชนิดการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) โดยผู้ใช้นำชุดข้อมูลอินพุตและข้อมูลเอาต์พุตที่ต้องการ ป้อนให้ A เพื่อนำไปสอนให้ A ได้เรียนรู้ เมื่อนำเข้าแล้วจะนำชุดข้อมูลเหล่านั้นไปติดป้ายกำกับ (Data Labeling) จะได้ข้อมูลเรียกว่า "ข้อมูลที่มีป้ายกำกับ (Labeled data)" แล้วจึงส่งข้อมูลชุดนี้ไปเทรนหรือสอนผ่านแบบจำลอง โมเดล เพื่อให้ AI เรียนรู้ หลังจากนั้นจะได้โมเดลที่ผ่านการเรียนรู้แล้ว ส่งกลับมาให้ส่วนประมวลผลที่อยู่ในส่วนฮาร์ดแวร์ ซึ่งผู้ใช้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อประยุกต์ใช้โมเดล AI ที่ได้มาอีกครั้งหนึ่ง เช่น ให้อ่านข้อมูลที่กล้องถ่ายได้ มาตรวจสอบว่าข้อมูลนั้นสอดคล้องกับข้อมูลที่เก็บเข้าไปให้ AI เรียนรู้หรือไม่ ถ้าใช่จะให้ดำเนินการอย่างไรต่อไป เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปเป็นหลักการทำงานของ KidBright AI ได้ 4 ขั้นตอน คือ 1) การเก็บข้อมูล 2) การติดป้ายประกาศ 3) การเรียนรู้ผ่านโมเดล AI และ 4) การประยุกต์ใช้โมเดล

สมเกียรติ อุดมธรรษากุล, 2554 ได้กล่าวถึงทฤษฎีการประมวลผลภาพ (Image processing) ว่าเป็นกระบวนการจัดการและ วิเคราะห์รูปภาพให้เป็นข้อมูลในแบบดิจิทัล โดยการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิง คุณภาพและปริมาณ

บุญธรรม ภัทรจารุกุล, 2556 ได้กล่าวถึง การกรองข้อมูลภาพ (Image filtering) เป็นการนำภาพต้นฉบับผ่านตัวกรองสัญญาณเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ออกมาโดยจะใช้วิธีการประมวลผลภาพแบบ บริเวณ เรียกว่า การคอนโวลูชัน ซึ่งคือการกระทำระหว่างภาพกับมาส์คที่เป็นเมทริกซ์ขนาด $n \times m$ ของชุดตัวเลขเพื่อ

นำไปซ้อนทับภาพที่ตำแหน่งต่างๆ และหาผลลัพธ์ของการคอนโวลูชันได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficients) ในมาส์คกับค่าระดับความเข้มเทาของแต่ละจุดภาพ ในตำแหน่งที่ตรงกันแบบจุดต่อจุดโดยให้มาส์คเคลื่อนผ่านตลอดทั้งภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัย

1. ออกแบบโครงสร้างของเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ด้วยการประมวลผลภาพด้วยบอร์ดคิดไบรท์ AI ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการสร้างโครงสร้างเป็นโครงเ็าะหน้าขาวเก่า มีความกว้าง 72 เซนติเมตร ยาว 170 เซนติเมตร สูง 70 เซนติเมตร และใช้แผ่นพีวีเจอรบอร์ดในการออกแบบภายนอกให้มีความสวยงามดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงงาน Zero Waste ขยะทั่วโลก

การออกแบบโครงสร้างภายในเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล ประกอบด้วย ถังเก็บน้ำ มีความกว้าง 36 เซนติเมตร ยาว 51.5 เซนติเมตร สูง 29 เซนติเมตร ถังรับขยะ มีความกว้าง 42 เซนติเมตร ยาว 42 เซนติเมตร สูง 44.5 เซนติเมตร 2 ถัง และกล่องรับฝา มีความกว้าง 11 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร สูง 64.5 เซนติเมตร 2 กล่อง

การออกแบบส่วนกล่องระบบควบคุม 1 กล่อง มีความกว้าง 14.5 เซนติเมตร ยาว 23 เซนติเมตร สูง 7 เซนติเมตร ภายในประกอบด้วยบอร์ดคิดไบรท์ AI กล้องแมชชีนวิชั่น(Machine Vision) เซอร์โวมอเตอร์ โดยกล่องระบบควบคุมจะติดไว้ที่ด้านในโครงเครื่องคัดแยกขยะ

การออกแบบส่วนแท่นรับขยะรีไซเคิล มีความกว้าง 10 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และติดตั้งกล้องแมชชีนวิชั่น(Machine Vision) รับภาพไปประมวลผลที่กล่องระบบควบคุม

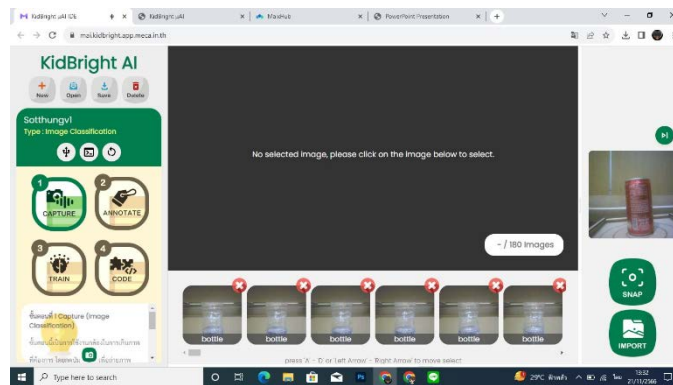
การออกแบบการทำงานของระบบ

เมื่อนักเรียนมายืนอยู่บริเวณหน้าเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล กล้องแมชชีนวิชั่น(Machine Vision) จะตรวจจับและประมวลผลการเป็นสมาชิก โดยการแสดงชื่อและกล่าวทักทายตามชื่อของสมาชิก แต่หากกล้องแมชชีนวิชั่น(Machine Vision) ตรวจจับแล้วพบว่าไม่ได้เป็นสมาชิก ระบบจะกล่าวคำเชิญชวนในการคัดแยกขยะและแนะนำวิธีการใช้เครื่องคัดแยกขยะ โดยนักเรียนจะนำขยะรีไซเคิลไปวางบนแท่นรับขยะ น้ำที่ค้างในขวดจะไหลออกลงสู่ถังรับน้ำ และส่งต่อออกไปนอกเครื่องคัดแยก เพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป กล้องแมชชีนวิชั่น(Machine Vision) จะรับภาพเพื่อส่งไปประมวลผลภาพยังบอร์ดคิดไบรท์ AI ให้ทำการแยกประเภทของขยะ

เมื่อโปรแกรมตรวจพบวัตถุที่ตรงกับป้ายชื่อวัตถุ แทนรับขยะจะหมุนพลิกไปยังถังรับขยะตามประเภทที่ตรวจพบ ได้แก่ คลาส Bottles คือ ขวดพลาสติก คลาส Cans คือ กระป๋องอลูมิเนียม โดยเซอร์โวมอเตอร์จะหมุน 45 และ 135 องศาตามลำดับ เพื่อเทขยะแต่ละประเภทไปยังถังรับขยะ แล้วกลับมาตำแหน่งเดิมก่อนที่จุดเริ่มต้น 90 องศา เพื่อรอทำงานในรอบต่อไป

การสร้างโมเดลของเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ขยะทั่วโลก

ขั้นตอนที่ 1 รวบรวมข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูล โดยการใช้บอร์ด KidBright AI ประเภทการแยกแยะรูปภาพ (image classification) เก็บภาพขยะรีไซเคิลจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ขวดน้ำพลาสติก และกระป๋องอลูมิเนียม ชนิดละ 50 ภาพ นำไป Train AI ดังภาพที่ 2

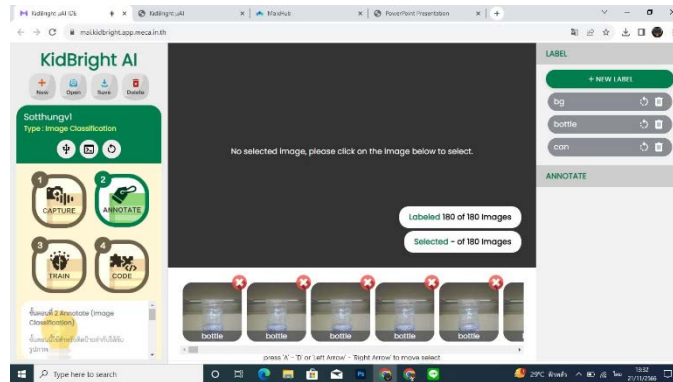


ภาพที่ 2 การถ่ายภาพวัตถุเพื่อนำไป Train AI

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างภาพที่นำมา Train AI

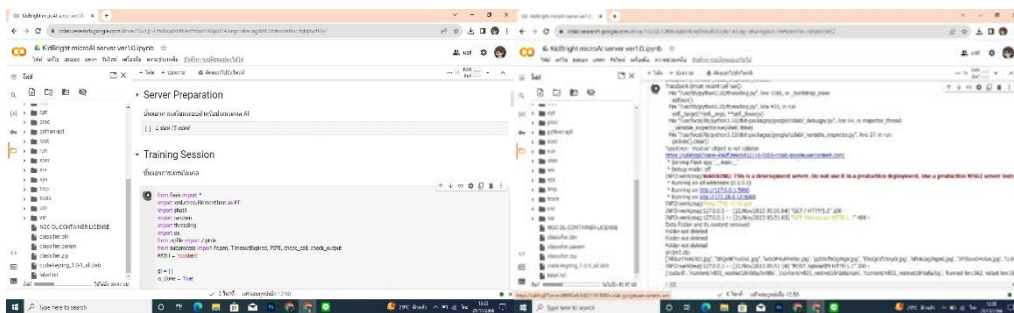
ลำดับที่	ประเภทขยะ	ชื่อคลาส	ตัวอย่างภาพ
1	ขวดพลาสติก	Bottles	
2	กระป๋องอลูมิเนียม	Cans	

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งชื่อป้ายกำกับรูปภาพใหม่ ตามชนิดภาพถ่าย ได้แก่ คลาส Bottles คือ ขวดพลาสติก คลาส Cans คือ กระป๋องอลูมิเนียม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การตั้งชื่อป้ายกำกับรูปภาพตามชนิดภาพถ่าย

ขั้นตอนที่ 3 Train AI เพื่อให้ AI ประมวลผล แยกชนิดขยะ และแสดงผลลัพธ์จากการฝึกสอนโมเดล ทั้ง 2 คลาส



ภาพที่ 4 การ Train AI เพื่อให้ AI ประมวลผลภาพ และแสดงผล

ตารางที่ 2 ตารางค่าการทดสอบการคัดแยกขยะรีไซเคิล

ประเภท	ชื่อคลาส	จำนวนภาพที่ทดสอบ	จำนวนภาพที่คัดแยกสำเร็จ	จำนวนภาพที่คัดแยกไม่สำเร็จ	ความถูกต้อง (%)
ขวดพลาสติก	Bottles	50	50	0	100
กระป๋องอลูมิเนียม	Cans	50	48	2	96

ผลการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ขยะทั่วโลก ด้วยการประมวลผลภาพจากบอร์ดคิดโปร์ท AI โดยการทดลองใช้งานบริเวณอาคารพลอยไพลิน โรงเรียนโสตศึกษาทุ่งมหาเมฆ โดยแบ่งเป็นการทดสอบ 2 ส่วนดังนี้

การทดสอบประสิทธิภาพในการคัดแยกขยะของเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ด้วยการประมวลผลภาพ โดยนำขยะรีไซเคิลมาทดสอบครั้งละ 1 ชั้น จำนวน 20 ครั้ง พบว่าระบบคิดโปร์ท AI สามารถคัดแยกขยะได้ถูกต้องจำนวน 40 ชั้น จากขยะทั้งสิ้น 38 ชั้น ค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 95% มีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.8

การทดสอบประสิทธิภาพของเซอร์ไวโมเตอร์ โดยการนำขยะรีไซเคิลไปทดสอบ วางบนแท่นรับขยะ เพื่อทดสอบความถูกต้องของตำแหน่งพลิกหมุนของเซอร์ไวโมเตอร์ ผลการทดสอบการพลิกหมุนจากจุดเริ่มต้นเมื่อเครื่องทำงาน คลาส bottles หมุน 45 องศา , คลาส Cans หมุน 135 องศา การเทขยะลงถังทั้งหมด 20 ครั้ง มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องทั้งหมดคิดเป็น 100%

อภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนานวัตกรรมเครื่องคัดแยกขยะด้วยการประมวลผลภาพ โดยการรับข้อมูลจากกล้องแมชชีนวิชัน(Machine Vision)เพื่อประมวลผลภาพโดยการใช้บอร์ดคิดโปร์ท AI โดยการฝึกสอนโมเดลด้วยภาพ 50 ภาพ 2 ชนิด มีส่วนฮาร์ดแวร์ในการคัดแยกขยะแต่ละประเภทเพื่อส่งต่อไปรีไซเคิล ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ด้วยการประมวลผลภาพ มีค่าเฉลี่ยความถูกต้อง 95% สามารถคัดแยกขยะรีไซเคิลได้ 2 ประเภท ได้แก่ ขวดพลาสติก และกระป๋องอลูมิเนียม ตามโมเดลที่ฝึกสอน เซอร์ไวโมเตอร์สามารถหมุนพลิกและเทขยะแต่ละประเภทได้อย่างถูกต้อง ช่วยลดเวลาในการคัดแยกขยะด้วยมือและสามารถนำขยะไปทำการรีไซเคิลได้ทันที เริ่มจากการใช้นวัตกรรมภายในโรงเรียนเพื่อเป็นการปลูกฝังให้นักเรียนมีการจัดการขยะได้อย่างยั่งยืนต่อไป

อภิปรายผลการวิจัย

เครื่องคัดแยกขยะรีไซเคิล Zero waste ด้วยการประมวลผลภาพเป็นการนำกระบวนการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเขียนโค้ดตั้ง ด้วยบอร์ดคิดโปร์ท AI เพื่อให้ AI ได้เรียนรู้และประมวลผลภาพขยะรีไซเคิล จากการทดสอบพบว่ายังมีผลการคัดแยกขยะที่ไม่ถูกต้อง อาจเนื่องมาจากความละเอียดของการถ่ายภาพยังไม่เพียงพอ ประกอบกับการสะท้อนแสงของวัตถุ ทำให้ระบบประมวลผลการคัดแยกขยะผิดพลาด หากมีสภาพแวดล้อมของแสงที่มากหรือน้อยเกินไป ส่งผลกระทบการตรวจจับและคัดแยกวัตถุ ซึ่งแนวทางการพัฒนาปรับปรุงคือเพิ่มส่วนควบคุมแสงและความละเอียดภาพจากกล้องให้เหมาะสม จะช่วยให้การทำงานของเครื่องคัดแยกขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดเวลาในการคัดแยกขยะ สามารถนำขยะไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม และทำให้นักเรียนมีความสุขในการคัดแยกขยะ เป็นการปลูกฝังให้นักเรียนมีการจัดการขยะได้อย่างถูกต้อง สามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1) เพิ่มชนิดของขยะรีไซเคิลให้หลากหลายประเภทมากขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมการใช้งานที่หลากหลาย
- 2) เพิ่มการสะสมแต้มของสมาชิก นำไปแลกเป็นของรางวัล เพื่อเป็นการเสริมแรงให้นักเรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีส่วนควบคุมแสงและความละเอียดภาพจากกล้องให้เหมาะสม จะช่วยให้การทำงานของเครื่องคัดแยกขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2557). คู่มือการสร้างวินัยสู่การจัดการขยะที่ยั่งยืน. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- งานพัฒนากำลังคนด้านอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ (HRDS). (2563). คู่มือประกอบการอบรมโครงการค่ายอิเล็กทรอนิกส์และสารสนเทศ (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร
- บุญธรรม ภัทราจารุกุล. (2556). การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วิภาพรรณ เพ็ชรแย้ม.(2559).แนวทางการส่งเสริมการจัดการขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้กรณีศึกษา เทศบาลนครนนทบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). นนทบุรี: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (วันที่ค้นข้อมูล : 20 มิถุนายน 2565)
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.(2561).//สนุก Kids สนุก Code กับ KidBright// (พิมพ์ครั้งที่ 1).// ปทุมธานี :/สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ./สนุกkidsพิชิตAIกับkidbright สมเกียรติ อุดมธรรษากุล. (2554). การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: ท้อปสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา.18 กันยายน 2550).พระราชบัญญัติส่งเสริมคุณภาพชีวิตคนพิการ.หน้า 1. อัญชลี พิพัฒน์วัฒนากุล. (2561) รีไซเคิลพลาสติก การจัดการขยะที่ปลายทาง. [ออนไลน์]. (วันที่ค้นข้อมูล : 22 มิถุนายน 2565)
- จาก <https://www.greenpeace.org/thailand/story/2382/plastic-recycle/>