บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันปัญหาขยะมูลฝอย โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์เครื่องดื่มประเภทขวดพลาสติก PET และขวดหรือกระป๋องอะลูมิเนียม ถือเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี ทั้งในระดับชุมชน โรงเรียน และระดับประเทศ เนื่องจากบรรจุภัณฑ์เหล่านี้ถูกใช้งานในชีวิตประจำวันเป็นจำนวนมาก แต่กลับมีสัดส่วนที่ถูกนำกลับไปรีไซเคิลได้อย่างถูกวิธีในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการบริโภคจริง โดยขยะบรรจุภัณฑ์ที่ถูกทิ้งปะปนกับขยะทั่วไปทำให้สูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจและกลายเป็นภาระต่อระบบกำจัดขยะ สาเหตุสำคัญของปัญหานี้ไม่ได้มาจากการขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแยกขยะแต่เพียงอย่างเดียว เพราะนักเรียนและบุคคลทั่วไปส่วนใหญ่ทราบดีว่าขวดพลาสติกและอะลูมิเนียมสามารถนำไปรีไซเคิลได้ แต่ปัญหาที่แท้จริงมาจากการที่ประชาชนและนักเรียนส่วนใหญ่ "รู้ว่าควรแยกขยะ" แต่ "ไม่มีแรงจูงใจเพียงพอ" ที่จะลงมือทำอย่างต่อเนื่อง เพราะการแยกขยะในรูปแบบเดิมไม่มีผลตอบแทนหรือสิ่งจูงใจใด ๆ กลับมาสู่ผู้ที่แยกขยะ ทำให้ขวดและบรรจุภัณฑ์จำนวนมากถูกทิ้งปะปนกับขยะทั่วไปจนเสียโอกาสในการนำกลับไปใช้ประโยชน์ใหม่ คณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัญหาดังกล่าว โดยมุ่งเน้นไปที่การสร้างแรงจูงใจให้ผู้คนหันมาคัดแยกขวดพลาสติกและกระป๋องอะลูมิเนียมมากขึ้น ผ่านการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ หรือเอไอ (Artificial Intelligence) ร่วมกับระบบสายพานลำเลียงอัจฉริยะ เข้ามาผสานกับระบบสะสมแต้ม เพื่อเปลี่ยนพฤติกรรมการแยกขยะให้กลายเป็นกิจกรรมที่สนุก น่าสนใจ และสร้างประโยชน์ที่จับต้องได้จริงสำหรับผู้ใช้งานทุกเพศทุกวัย

จากข้อมูลรายงานของ กรมควบคุมมลพิษ (พ.ศ. 2566) พบว่าปัญหาขยะพลาสติกและบรรจุภัณฑ์ในประเทศไทยยังคงเกิดขึ้นในปริมาณมหาศาล โดยมีขยะพลาสติกเกิดขึ้นถึงประมาณ 2 ล้านตันต่อปี แต่ถูกนำกลับมารีไซเคิลได้เพียง 25% เท่านั้น ส่วนอีก 75% ที่เหลือไม่ได้ถูกนำไปจัดการอย่างถูกวิธี ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการจัดการขยะยังขาดประสิทธิภาพ และผู้คนยังขาดแรงจูงใจในการคัดแยกขยะตั้งแต่ต้นทาง คณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาผ่านงานวิจัยและนวัตกรรมที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ เช่น งานวิจัยของ ธานินทร์ ม่วงพูล และ วริยา เย็นเปิง (พ.ศ. 2565) ที่ยืนยันว่าการนำเทคโนโลยี IoT และเซนเซอร์มาใช้สามารถช่วยคัดแยกขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับงานวิจัยของ บพิตร ไชยนอก และ ฤชานนท์ ศรีราวงค์ (พ.ศ. 2567) ที่พบว่าการใช้โมเดลการเรียนรู้ของเครื่องและการประมวลผลภาพสามารถจำแนกประเภทขวดได้อย่างแม่นยำสูงถึง 95% และงานวิจัยระดับสากลของ He et al. (2016) ที่ระบุว่าโครงสร้างสถาปัตยกรรมแบบ ResNet ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจดจำและจำแนกภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ จากการศึกษาโครงงานและนวัตกรรมตู้รับคืนบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ (Reverse Vending Machine: RVM) เช่น เครื่อง CircularOne และ Refun พบว่าการนำระบบเอไอมาใช้คัดแยกบรรจุภัณฑ์ร่วมกับสายพานลำเลียงและการเปลี่ยนขยะเป็น "แต้มสะสม" เป็นแนวทางที่ประสบความสำเร็จอย่างสูง เนื่องจากอาศัยหลักการทางจิตวิทยาเรื่องแรงเสริมทางบวก (Positive Reinforcement) ของ Skinner (1953) ในการสร้างแรงจูงใจและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้คนอย่างยั่งยืน

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้จัดทำจึงเห็นความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ "เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม" โดยออกแบบตัวเครื่องเป็นตู้ทรงสี่เหลี่ยมทันสมัย ใช้ระบบสายพานลำเลียงนำส่งขวดผ่านอุโมงค์ตรวจจับภาพด้วยปัญญาประดิษฐ์ (AI Computer

Vision) เพื่อจำแนกประเภทขวดพลาสติก PET และขวด/กระป๋องอะลูมิเนียม พร้อมทั้งมีระบบคัดแยกส่งคืนขยะที่ไม่รองรับ (Auto-Rejection) และผสานเข้ากับระบบสะสมแต้มดิจิทัลที่สามารถนำไปแลกของรางวัลได้จริงในโรงเรียน เพื่อกระตุ้นและปลูกฝังจิตสำนึกให้นักเรียนหันมาคัดแยกขยะอย่างถูกต้องและยั่งยืน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประดิษฐ์เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน ที่มีต่อเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม

ขอบเขตการศึกษา

การประดิษฐ์เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาดังนี้

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ 1) กล้องตรวจจับภาพ 2) บอร์ดประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ 3) มอเตอร์เซอร์โวและมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน 4) เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุอินฟราเรด 5) จอแสดงผลระบบสัมผัส 6) โครงสร้างตู้ตัวเครื่องและชุดสายพานลำเลียงตรวจจับ 7) ถังเก็บขยะรีไซเคิลแยกประเภท (ขวดพลาสติก PET และขวด/กระป๋องอะลูมิเนียม) 8) โมดูล Wi-Fi

ระยะเวลาที่ใช้ในการประดิษฐ์ ตั้งแต่วันที่ 15 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2569 ถึง วันที่ 30 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2569

สถานที่ในการประดิษฐ์ โรงเรียนสรรพวิทยาคม ตำบล แม่สอด อำเภอ แม่สอด จังหวัด ตาก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม สำหรับใช้คัดแยกขวดพลาสติก PET และขวด/กระป๋องอะลูมิเนียมในโรงเรียนได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

2. ได้แนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับระบบสายพานลำเลียงและระบบสะสมแต้ม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

3. ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดแรงจูงใจในการคัดแยกขยะของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6

4. เป็นแนวทางในการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวัน

5. ปลูกฝังจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการคัดแยกขยะอย่างถูกวิธีให้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6

นิยามศัพท์เฉพาะ

เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม หมายถึง อุปกรณ์ทรงตู้สี่เหลี่ยมที่คณะผู้จัดทำโครงงานประดิษฐ์ขึ้น เพื่อคัดแยกขยะรีไซเคิลและลดปริมาณขยะตกค้างในสิ่งแวดล้อม โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ 1) กล้องตรวจจับภาพ 2) บอร์ดประมวลผลปัญญาประดิษฐ์ 3) มอเตอร์เซอร์โวและมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน 4) เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุอินฟราเรด 5) จอแสดงผลระบบสัมผัส 6) โครงสร้างตู้ตัวเครื่องและชุดสายพานลำเลียงตรวจจับ 7) ถังเก็บขยะรีไซเคิลแยกประเภท 8) โมดูล Wi-Fi มีขั้นตอนการทำงานโดยผู้ใช้วางบรรจุภัณฑ์บนสายพานลำเลียงเข้าสู่อุโมงค์ตรวจจับภาพ กล้องและโมเดลเอไอจะประมวลผลจำแนกประเภท หากเป็นขวดพลาสติก PET หรือขวด/กระป๋องอะลูมิเนียม

กลไกมอเตอร์จะคัดแยกลงสู่ถังเก็บขยะรีไซเคิลที่ถูกต้องพร้อมเพิ่มแต้มสะสมให้แก่ผู้ใช้งาน แต่หากตรวจพบว่าเป็นวัตถุแปลกปลอมหรือขยะที่ไม่รองรับ ระบบจะทำการปฏิเสธและควบคุมสายพานให้หมุนย้อนกลับเพื่อส่งคืนขยะให้แก่ผู้ใช้งานทันที โดยหลังจากประดิษฐ์เสร็จสิ้น จะมีการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ การจำแนกภาพของเอไอ กลไกการคัดแยกและการส่งคืนขยะ รวมถึงความถูกต้องของการคำนวณแต้มสะสมบนหน้าจอสัมผัส หากระบบทำงานได้ตามเงื่อนไขดังกล่าวถือว่าเครื่องสามารถใช้งานได้จริง

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอพร้อมระบบสะสมแต้ม หมายถึง การนำเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอพร้อมระบบสะสมแต้ม ไปดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพ โดยมีขั้นตอนการทดสอบ 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ 1) ขั้นตอนการทดสอบและปรับจูนระบบภายใน โดยคณะผู้จัดทำได้ดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของระบบฮาร์ดแวร์และวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน ได้แก่ การจ่ายพลังงานไฟฟ้าผ่านสวิตช์เปิด-ปิด การทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรด (IR Sensor) กล้องตรวจจับภาพระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI Vision) การขับเคลื่อนของมอเตอร์เซอร์โว และการแสดงผลบนหน้าจอสัมผัส จากนั้นดำเนินการทดสอบการคัดแยกบรรจุภัณฑ์เพื่อบันทึกผลลงในตารางทดสอบ โดยมีการทดสอบดังนี้ การทดสอบแบบเดี่ยว ทดสอบหย่อนขวดพลาสติกใส PET สัดส่วน 100% และทดสอบหย่อนกระป๋องอะลูมิเนียม สัดส่วน 100% เพื่อตรวจวัดอัตราความแม่นยำสูงสุดของระบบ การทดสอบแบบคละและบรรจุภัณฑ์นอกขอบเขต ทดสอบหย่อนบรรจุภัณฑ์คละประเภท รวมถึงวัตถุที่ไม่รองรับ เช่น ขวดแก้ว เพื่อตรวจสอบการปฏิเสธวัตถุและระบบความปลอดภัย พร้อมบันทึกข้อผิดพลาดเพื่อดำเนินการปรับจูนพารามิเตอร์ของระบบก่อนนำไปใช้จริง 2) นำเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอ พร้อมระบบสะสมแต้ม ไปทดลองใช้งานเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ เช่น ความแม่นยำในการคัดแยก ระยะเวลาในการประมวลผล และอัตราการคัดแยกขยะปนเปื้อน

กับถังขยะแยกประเภทแบบเดิมที่มีอยู่แล้วในโรงเรียน 3) นำเครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอพร้อมระบบสะสมแต้ม ไปทดลองใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งก็คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน โรงเรียนสรรพวิทยาคม

โดยให้นักเรียนนำขวดพลาสติกและขวดอะลูมิเนียมมาทดลองทิ้งผ่านเครื่องในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 16.00 น. รวมระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 2 ถึง 4 สัปดาห์ จากนั้นทำการเก็บข้อมูลจำนวนขวดที่คัดแยกได้ ประเมินความแม่นยำของระบบเอไอ ความเร็วของสายพาน

และตรวจสอบความถูกต้องของจำนวนแต้มสะสมตลอดระยะเวลาการทดลอง

การศึกษาความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความรู้สึกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 100 คน ที่ทดลองใช้เครื่องแยกขวดอัตโนมัติด้วยระบบเอไอพร้อมระบบสะสมแต้ม ในด้าน 1) ความสะดวกในการใช้งานเครื่อง 2) ความแม่นยำในการคัดแยกขวดพลาสติก 3) ความรวดเร็วในการประมวลผลของระบบเอไอ 4) ความน่าสนใจของระบบสะสมแต้ม 5) ความคุ้มค่าของรางวัลที่ได้รับจากการสะสมแต้ม 6) รูปลักษณ์และความสวยงามของตัวเครื่อง 7) ความปลอดภัยในการใช้งาน 8) ความทนทานของตัวเครื่อง 9) ความพึงพอใจต่อการแสดงผลบนหน้าจอ 10) ความต้องการนำเครื่องไปใช้งานจริงในโรงเรียนหรือชุมชน

มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการของลิเคิร์ท (Likert, 1932) จำนวน 5 ระดับ ได้แก่ 5, 4, 3, 2 และ 1 หมายถึง มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ตามลำดับ

และมีส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิดเพื่อสอบถามข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงพัฒนาต่อไป