

## แบบฟอร์มข้อเสนอโครงการประกวด Enjoy Science: Young Makers Contest 3

**หมายเหตุ** ข้อมูลในแบบฟอร์มข้อเสนอโครงการ เป็นส่วนหนึ่งในการประกอบการพิจารณา เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้องนำไป upload ในระบบลงทะเบียนเพื่อนำส่งข้อเสนอโครงการ

### ลักษณะปัญหา

“ขยะ” กำลังเป็นปัญหาใหญ่ของประเทศ ปัจจุบันปัญหาหลักๆเกี่ยวกับขยะในประเทศไทยมีอยู่ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้นในแต่ละวัน 2) การจัดเก็บขยะที่ไม่มีการคัดแยก 3) การกำจัดขยะไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้โรงงานและเครื่องจักรสำหรับกำจัดขยะเกิดการชำรุด จนทำให้โรงงานกำจัดขยะหลายแห่งต้องหยุดให้บริการ อีกทั้งส่งผลให้เกิดการสะสมของขยะตกค้าง ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษพบว่าปี 2559 ประเทศไทยมีขยะมูลฝอยมากกว่า 27 ล้านตัน หรือมากกว่า 74 ตันต่อวัน คิดเป็นค่าเฉลี่ย 1.1 กิโลกรัมของขยะต่อคนต่อวัน และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นทุก ๆ ปี

ต้นตอของปัญหาขยะเกิดขึ้นจากสาเหตุหลักๆ 3 สาเหตุ คือ สาเหตุที่ 1 เกิดการคัดแยกขยะที่ไม่มีประสิทธิภาพ และผู้ทิ้งขยะส่วนใหญ่ไม่มีนิสัยคัดแยกขยะก่อน สาเหตุที่ 2 เกิดจากการจัดเก็บขยะ ในบางครั้งขยะนั้นมีการคัดแยกอยู่แล้ว แต่ผู้เก็บนำขยะที่คัดแยกแล้วไปเก็บไว้รวมกัน และสาเหตุสุดท้าย เนื่องจากการคัดแยกขยะไม่มีประสิทธิภาพ การกำจัดขยะก็ย่อมไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน เพราะขยะแต่ละชนิดนั้นต้องใช้กระบวนการกำจัดที่แตกต่างกัน โดยในปี 2559 ที่ผ่านมามีขยะเกิดขึ้น 27 ล้านตัน และยังมีขยะตกค้างจากปีที่ผ่านมา 15 ล้านตัน แต่ถูกกำจัดอย่างถูกต้องเพียงปีละ 7 ล้านตัน และมีขยะที่ถูกนำไปใช้ใหม่เพียง 4 ล้านตันเท่านั้น ซึ่งขยะที่สะสมนั้นสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆด้าน เช่น การก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและทางน้ำ และการส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ถือเป็นปัญหาของสถานการณ์ขยะในประเทศไทยที่รุนแรงขึ้นทุกปี ทางผู้จัดทำจึงเล็งเห็นว่า ปัญหาการคัดแยกและกำจัดขยะถึงเป็นเรื่องเร่งด่วนที่ต้องรีบได้รับการแก้ไขโดยการสร้าง ออกแบบ และพัฒนาระบบสำหรับการคัดแยกและกำจัดขยะที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยแก้ไขตั้งแต่ขั้นตอนการคัดแยกขยะ ซึ่งเป็นต้นตอของปัญหา

ขยะที่ถูกทิ้งในแต่ละวัน แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ขยะอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร ซากพืช ซากสัตว์ จำนวน 64% 2) ขยะรีไซเคิล 30% 3) ขยะทั่วไป 3% และ 4) ขยะอันตราย 3% แต่ปัจจุบันจากปริมาณขยะที่เกิดขึ้นในประเทศไทยสามารถคัดแยกขยะให้ถูกต้องได้เพียง 49%

ปัจจุบันโรงงานคัดแยกขยะใช้แรงงานคนเป็นกำลังหลักในการคัดแยก โดยพนักงานจะใช้ทักษะที่ได้รับการฝึกฝนในการจำแนกประเภทขยะโดยใช้มือ ซึ่งกระบวนการนี้ทำให้พนักงานมีโอกาสเสี่ยงติดเชื้อจากเชื้อโรค ต่าง ๆ จากขยะเหล่านั้น เช่น โรคทางเดินอาหาร โรคทางเดินหายใจ และยังมีความเสี่ยงในการรับสารอันตรายหรือเป็นผลติดเชื้อจากการบาดเจ็บระหว่างการทำงาน การทำงานแยกขยะจึงเป็นงานที่เสี่ยงอันตรายอย่างมาก จากสถิติในปี 2016 แล้ว อาชีพพนักงานแยกขยะในโรงงานคัดแยกขยะถูกจัดเป็นอาชีพที่เสี่ยงต่อการเสียชีวิตอันดับที่ 5 นอกจากนั้น การใช้แรงงานคนให้เกิดประสิทธิภาพ ต้องใช้งบประมาณในการอบรมและฝึกฝน แต่การคัดแยกขยะเป็นงานที่ต้องทำซ้ำ ๆ แต่มีความซับซ้อน

ทำให้สมัยก่อนหุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานประเภทนี้ได้ แต่ปัจจุบันการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของ Machine Learning และ Computer Vision ทำให้หุ่นยนต์มีศักยภาพมากขึ้นสำหรับการจำแนกประเภทของขยะ เมื่อพิจารณาถึงความแม่นยำ ความคงทน และความคงเส้นคงวาแรงงานคนไม่สามารถสู้หุ่นยนต์ได้เลย

## แนวคิดในการแก้ปัญหา/เทคโนโลยีที่ต้องการพัฒนา

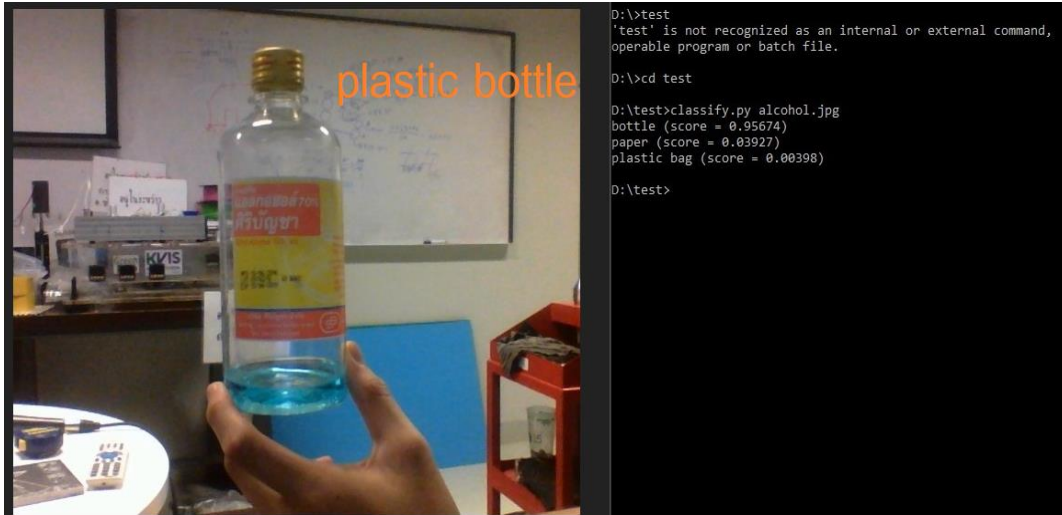
ทางผู้จัดทำอยากเสนอสิ่งประดิษฐ์ DLTrashCan ที่เป็นถังขยะซึ่งสามารถแยกขยะได้โดยอัตโนมัติ โดยในอุปกรณ์จะนำกล้องมาใช้ถ่ายขยะแล้วนำภาพถ่าย Computer Vision ที่ได้และข้อมูลจาก Sensor ไปวิเคราะห์ผ่านระบบ Machine Learning โดยจะแบ่งเป็น 2 ลำดับชั้น ดังนี้ ลำดับชั้นที่ 1 อุปกรณ์คัดแยกขยะระดับพื้นฐาน ให้เครื่องรู้ว่า ขยะชิ้นนี้เป็นขยะประเภทใดใน 4 ประเภท คือ ขยะอินทรีย์ ขยะรีไซเคิล ขยะทั่วไป หรือขยะอันตราย เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการทิ้งที่ไม่ถูกต้องของผู้ทิ้ง โดยระบบจะทำการคัดแยกขยะแทนผู้ทิ้ง ผลทำให้การทิ้งขยะมีความง่ายและถูกต้องมากขึ้น จากนั้นนำขยะไปแยกละเอียดต่อไปในลำดับชั้นที่ 2 คือส่วนแยกประเภทของขยะชนิดต่าง ๆ ได้แก่ พลาสติก กระดาษ โลหะ เป็นต้น

เทคโนโลยีสมัยก่อน การวิเคราะห์วัตถุชิ้นส่วนมากจะใช้การประมวลผลโดยการใช้เงื่อนไขในการแยกแยะข้อมูลที่ได้จาก sensor ที่มีลักษณะตายตัว โดยข้อเสียของวิธีนี้คือ เมื่อปริมาณของข้อมูลมีมากขึ้นเรื่อย ๆ หรือข้อมูลมีลักษณะผิดแปลกไปเล็กน้อย การแบ่งแยกประเภทโดยการใช้วิธีนี้ จำเป็นต้องหาเงื่อนไขใหม่ๆขึ้นมาเรื่อย ๆ เพื่อที่จะแก้ไขจุดอ่อนนี้ ทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกใช้การวิเคราะห์รูปภาพบนฐานโครงสร้างของ Convolved Neural Network ซึ่งเป็นระบบ Machine Learning ที่มีความยืดหยุ่นกว่า และสามารถเพิ่มเงื่อนไขในการปฏิบัติงานได้ง่ายกว่า หลักการในการวิเคราะห์รูปภาพนั้นมีความคล้ายคลึงกับระบบการประมวลผลภาพของสมอง โดยอาศัยการค้นหาลักษณะพื้นฐานภายในภาพ เช่น เส้นต่าง ๆ เพื่อนำมาสร้างรูปทรงที่ซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ แล้วใช้รูปทรงที่วิเคราะห์มาได้มาจำแนกประเภทด้วยระบบที่ได้ผ่านการเรียนรู้จากภาพในฐานข้อมูลมาก่อน โดยวิธีนี้จะสามารถทำให้ระบบวิเคราะห์ภาพได้อย่างหลากหลาย รวมถึงทำให้การเพิ่มจำนวนหรือประเภทของสิ่งของที่ยากจำแนกเป็นไปได้ง่ายกว่าและมีความแม่นยำสูง และมีการอัปเดตฐานข้อมูลตลอดเวลา

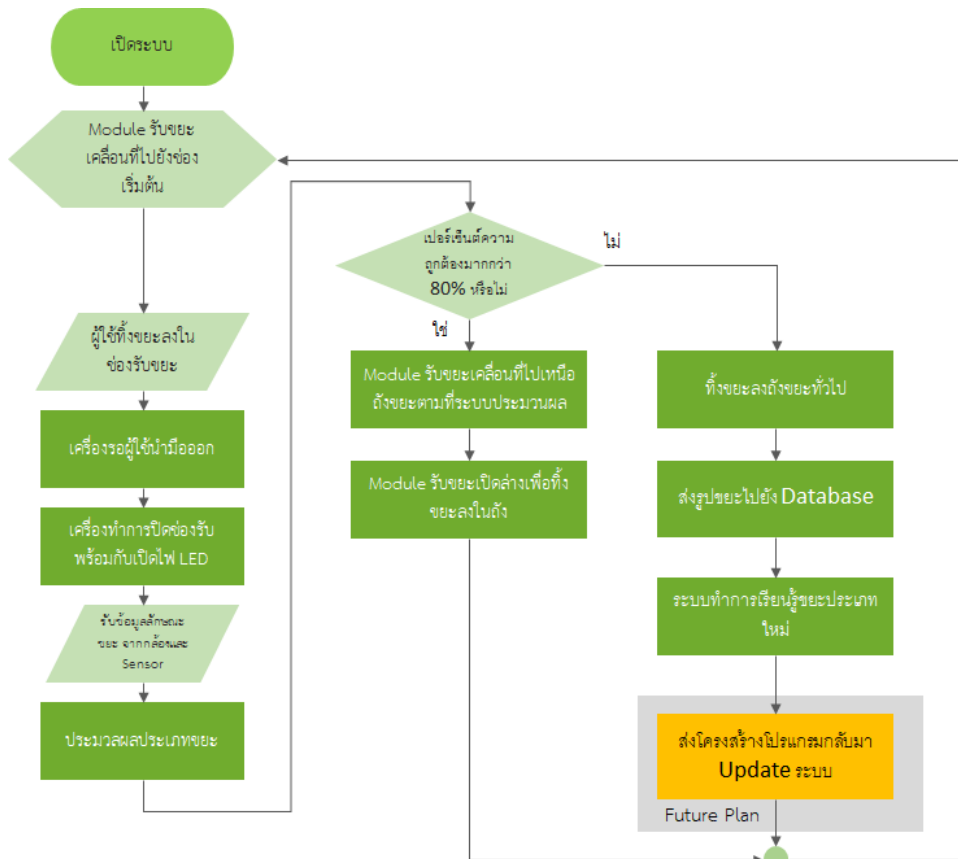
ลำดับชั้นที่ 1 นวัตกรรมนี้ต้องการแยกขยะให้ได้ในระดับพื้นฐาน โดยแบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้เป็น 4 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

1. ขยะอินทรีย์ - เป็นขยะที่พบได้มากที่สุดของขยะมูลฝอยทั้งหมด สามารถย่อยสลายได้เร็ว เช่น เศษอาหาร ใบไม้ และเศษเนื้อต่าง ๆ สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ
2. ขยะรีไซเคิล - เป็นประเภทของขยะที่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ เช่น กระดาษ แก้ว และ พลาสติก ซึ่งปัจจุบัน ถูกลำกรไไซเคิลเพียงครึ่งหนึ่งของปริมาณขยะรีไซเคิลทั้งหมด
3. ขยะอันตราย - เป็นขยะที่มีการปนเปื้อนของสารอันตราย เช่น สารไวไฟ สารก่อระเบิด สารมีพิษ และ สารกรรมมันตรังสี ซึ่งต้องมีการคัดแยกอย่างจริงจัง
4. ขยะทั่วไป - ขยะมูลฝอยที่นอกเหนือจากขยะย่อยสลาย ขยะรีไซเคิล และ ขยะอันตราย ซึ่งเป็นขยะที่มีลักษณะการกำจัดยาก เนื่องจากมีการผสมกันของขยะต่างประเภท ไม่คุ้มค่าต่อการนำมาใช้ใหม่

ลำดับขั้นที่ 2 ระบบคัดแยกขยะรีไซเคิลที่มาจากลำดับขั้นที่ 1 มาคัดแยกอีกครั้ง ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ขยะพร้อมต่อการนำไปรีไซเคิล โดยจะคัดแยกขยะให้แยกเป็นชนิด ๆ เช่น ขวดน้ำ หนังสือพิมพ์ กระจก เป็นต้น



ภาพที่ 1. แสดงตัวอย่างการจำแนกวัตถุโดยใช้ระบบ Machine Learning ที่คณะผู้จัดทำได้ทดสอบเขียนขึ้น



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการทำงานของสิ่งประดิษฐ์ในลำดับขั้นที่ 1

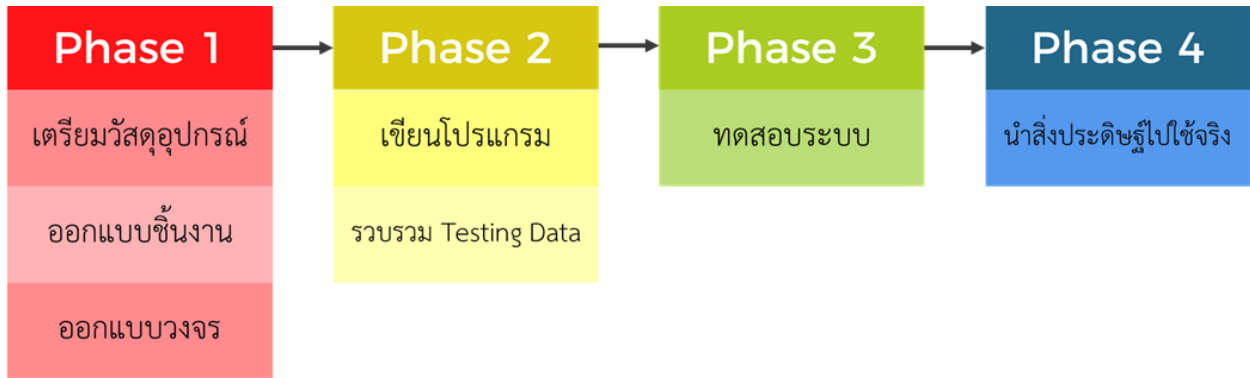
หลักการทำงานหลัก ๆ ของ DLTrashCan คือ เมื่อมีผู้ใช้งานทิ้งขยะลงมา จะมี sensor ตรวจจับ ว่ามีผู้ใช้งานทิ้งขยะ โดยจะสั่งการให้ระบบปิดช่องรับ และทำการเปิดไฟ LED เพื่อถ่ายรูปรูขยะ และเก็บข้อมูลจาก sensor จากนั้น รูปถ่ายที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลด้วยระบบ Machine Learning ที่ได้ผ่านการเรียนรู้การจำแนกรูภาพขยะมาแล้ว โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นความเหมือน(เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง) ระหว่างขยะที่ถูกตรวจสอบและประเภทของขยะต่างๆตามรูปตัวอย่างการทำงาน Machine Learning ในรูปที่ 1

ถ้าโปรแกรมแยกแยะประเภทขยะ และคำนวณค่าความเหมือน(เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง)ระหว่างขยะที่ได้ตรวจสอบและประเภทของขยะประเภทใด ประเภทหนึ่งได้มากกว่า 80% ส่วน module รับขยะจะทำการเคลื่อนที่ไปยังถังขยะที่ตามผลลัพธ์ของระบบ Machine Learning เพื่อทำการทิ้งขยะ และทำการเคลื่อนที่กลับมายังจุดเดิม พร้อมทั้งจะทำการรับขยะชิ้นต่อไป

ในทางกลับกัน ถ้าหากระบบไม่สามารถระบุประเภทของขยะได้เนื่องจากมีค่าความเหมือน หรือ เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องน้อยเกินไป (น้อยกว่า 80%) ระบบจะทำการจำแนกขยะนั้นว่าเป็นขยะทั่วไป และทำการทิ้งลงถังขยะทั่วไป และนอกจากนี้ จะทำการส่งข้อมูลรูปภาพ และค่าของ sensor ที่วัดได้ไปยัง Database เพื่อนำไปในการฝึกโปรแกรมให้เรียนรู้ขยะชิ้นใหม่ ซึ่งในอนาคต ทางผู้จัดทำมีความคิดที่จะสร้างระบบเพื่อที่ DLTrashCan จะสามารถ download โครงสร้างโปรแกรมที่ได้ถูกเรียนรู้ขยะชิ้นใหม่แล้วได้อย่างอัตโนมัติ

### ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ขึ้นเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อประดิษฐ์ชิ้นงาน คณะผู้จัดทำจะออกแบบตัวถังขยะที่มีช่องและวงจรรูปร่างในตัวถัง ขั้นตอนนี้นับตั้งแต่ตอนจัดซื้อ ไปจนถึงประกอบชิ้นงานต่าง ๆ ขึ้นมาจนเป็น DLTrashCan
2. เขียนโปรแกรม Machine Learning และหา Training Data หรือรูปขยะตัวอย่างต่าง ๆ เพื่อที่จะนำมาใช้ในการนำมาฝึกโปรแกรมในการวิเคราะห์ขยะประเภทต่าง ๆ รวมถึงหา Testing Data ซึ่งก็คือรูปขยะที่จะนำมาใช้ระบุความแม่นยำของระบบ
3. ขั้นตอนการทดสอบระบบภาคปฏิบัติ โดยจะเป็นช่วงทำการทดสอบความสามารถในการนำไปใช้จริง โดยจะทำการทดสอบโดยการวางสิ่งประดิษฐ์ไว้ตามสถานที่ต่าง ๆ ภายในโรงเรียน
4. นำสิ่งประดิษฐ์ไปใช้งานจริง



ภาพที่ 3. แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

### Future Plan

โครงการนี้ สามารถต่อยอดไปได้อีกมากมาย เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานนวัตกรรม ตามตัวอย่างดังต่อไปนี้

- เพิ่มระบบ IoT แจ้งเตือนเมื่อขยะเต็ม ให้คนมาเก็บขยะได้รวดเร็วมากขึ้น
- เก็บ Big data แสดงจำนวนขยะของแต่ละประเภท เพื่อได้ข้อมูลการทิ้งขยะของผู้คนตามสถานที่และเวลาต่างๆ แล้วนำข้อมูลดังกล่าวมาวางแผนการจัดการขยะเป็นลำดับไป
- ในอนาคต คณะผู้จัดทำวางแผนไว้ว่าถึงขยะจะไม่จำเป็นต้องติดตั้งคอมพิวเตอร์ไว้ทุกๆถัง แต่จะใช้วิธีส่งข้อมูลไปคำนวณที่ server แทน ทำให้ประหยัดงบประมาณสร้างถังขยะแต่ละชิ้นได้มาก

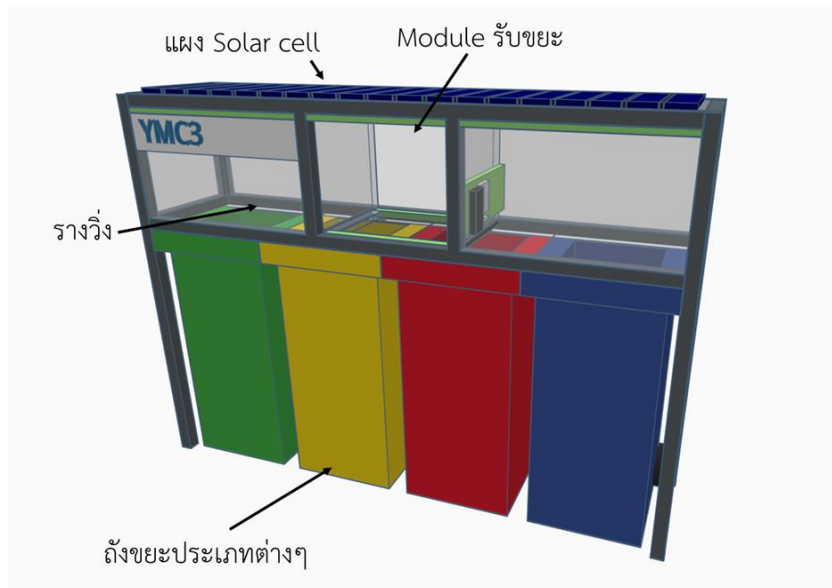
**ค่าวัสดุอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายในการดำเนินโครงการ (โดยประมาณ)**

ค่าใช้จ่ายในการสร้างและทดสอบนวัตกรรม 5,970 บาท ต่อถัง

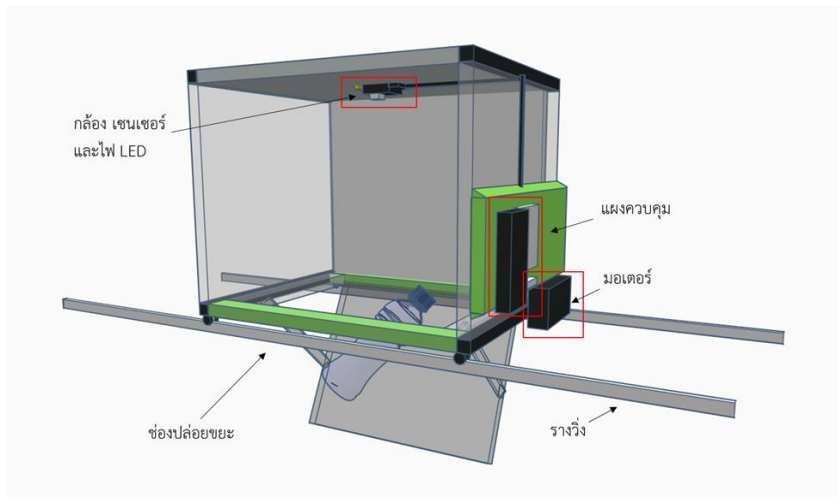
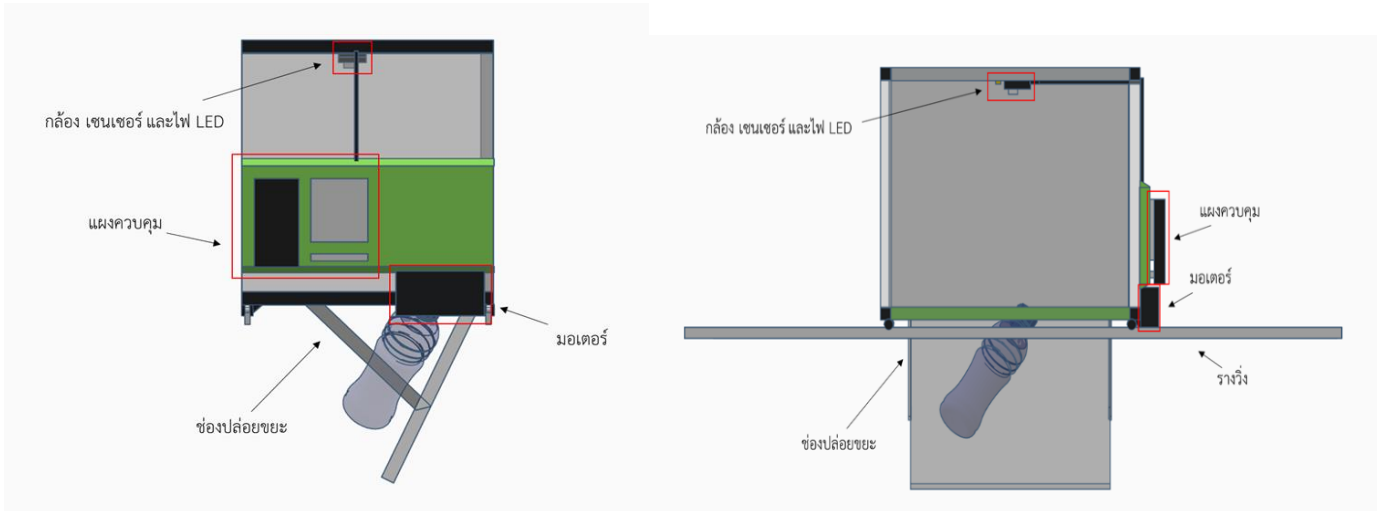
Materials	Price (Baht)	Note
1. Raspberry Pi	1,200	
2. Raspberry Pi Camera	1,200	
3. แผ่นอะคริลิก	600	
4. Aluminum Profile 20x20mm	1,000	
5. Sonar Sensor	70	
6. Load Cell	100	
7. Servo Motor	400	
8. Arduino UNO	300	
9. ESP2866	100	
10. Stepper motor	500	
11. Stepper motor driver	500	

**ภาพร่างชิ้นงาน/รายละเอียดอื่นๆ**

นวัตกรรมชิ้นนี้ใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อน สิ่งประดิษฐ์นี้สามารถปรับส่วนสูงได้ประมาณ 1 – 2 เมตร แล้วแต่ความสูงของถังขยะ



ภาพที่ 4. จำลองตัวชิ้นงาน



ภาพที่ 5 6 และ 7. แสดง Module รับขยะภายในตัวเครื่อง DLTrashCan