# รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระด้วยตนเอง
# เรื่อง ถังขยะคุณธรรม


## คณะผู้จัดทำ

เด็กหญิงชมพูนุช ประสิทธินาวา

เด็กหญิงจีรนันท์ ธรรมอินทร์

เด็กชายณรงค์ฤทธิ์ ขาวมงคล

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

## ครูที่ปรึกษา

นายธีรดิฐ ยันต์โกเศศ

นางสาวอรสา พานิชเจริญผล



**โรงเรียนบ่อไร่วิทยาคม**

**อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด**

**สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17**

ชื่อผลงาน ถังขยะคุณธรรม
คณะผู้จัดทำ เด็กหญิงชมพูนุช ประสิทธินาวา
เด็กหญิงจีรนันท์ ธรรมอินทร์
เด็กชายณรงค์ฤทธิ์ ขาวมงคล
ครูที่ปรึกษา ครูธีรดิฐ ยันต์โกเศศ
นางสาวอรสา พานิชเจริญผล
หน่วยงาน โรงเรียนบ่อไร่วิทยาคม อำเภอบ่อไร่ จังหวัดตราด
ปีการศึกษา 2562

## บทคัดย่อ

รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระด้วยปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่กลายเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยาก ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด คือ การแก้ไขที่ตัวผู้ทิ้ง โดยการปลูกจิตสำนึก และเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดี แต่ในการปฏิบัติจริงนั้นเป็นไปได้ยาก คณะผู้จัดทำจึงคิดที่จะสร้างแรงจูงใจในการทิ้งขยะให้เป็นที่มากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยี การเขียนโค้ดสั่งงานบอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright และโมดุลเสริม ในการช่วยแก้ปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่ให้ดีขึ้น โดยการนำถังขยะธรรมดามาทำเป็นถังขยะอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์ของโครงงาน 1) เพื่อศึกษาการทำถังขยะคุณธรรม 2) เพื่อสร้างถังขยะคุณธรรม เปิด-ปิดอัตโนมัติควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 3) เพื่อสร้างนิสัยการทิ้งขยะให้ถูกที่ ได้ทดลองตั้งถังขยะคุณธรรมในอาคารและภายนอกอาคาร ผลการทดลองครั้งที่ 1 พบว่า ถังขยะคุณธรรมที่ตั้งทั้งภายในอาคารและภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) เซนเซอร์ทำงานไม่เสถียร กลไกการเปิดฝาถังขัดข้อง ไม่แข็งแรง โมดุลเสียงไม่ทำงาน จึงทำการแก้ไขโค๊ด และกลไกการเปิดฝาถัง ผลการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า ถังขยะคุณธรรมเริ่มทำงานเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวในระยะ 3-5 ม. ถ้าไกลกว่านั้นเซนเซอร์จะไม่สามารถตรวจจับได้ ส่วนกลไกการเปิดฝาถังทำงานได้สมบูรณ์ ทดลองใช้งานภายนอกอาคาร ถังขยะคุณธรรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์เช่นเดียวกัน

# กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบคุณท่านผู้อำนวยการสุเอช สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียน โรงเรียนบ่อไร่วิทยาคม ที่มอบโอกาสในการเรียนรู้ในการทำกิจกรรม และสนับสนุนการทำโครงงานจนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ ครูธีรดิฐ ยันต์โกเศศ และครูอรสา พานิชเจริญผล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้คำปรึกษา ตรวจแก้ไขรายงานโครงงาน และชี้แนวทางในการทำโครงงานจนโครงงานนี้ดำเนินการเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณพ่อ แม่ ที่คอยให้กำลังใจ ความเป็นห่วง และคอยสนับสนุนเสมอมา

ขอขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ผู้จัดทำโครงงานไม่ได้กล่าวถึง ในการมีส่วนผลักดันให้โครงงานเล่มนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ทุกประการ

คณะจัดทำโครงงาน
โรงเรียนบ่อไร่วิทยาคม

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อ | ก |
| กิตติกรรมประกาศ | ข |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| วัตถุประสงค์ของโครงงาน | 2 |
| สมมติฐานโครงงาน | 2 |
| ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง | 2 |
| ขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา | 2 |
| ประโยชน์ที่จะได้รับ | 3 |
| งบประมาณ | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| ขยะ | 4 |
| Kidbright | 9 |
| เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor) | 12 |
| มอเตอร์ (Servo MG90s) | 13 |
| บอร์ดทดลอง (Protoboard) | 14 |
| สายไฟจัมเปอร์ (Jumper) | 14 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 14 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน | 15 |
| วัสดุอุปกรณ์ | 15 |
| ขั้นตอนการดำเนินงาน | 15 |
| ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล | 15 |
| การดำเนินการ | 16 |
| บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน | 17 |
| การทดลอง | 17 |
| การใช้งาน | 19 |
| บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ/อภิปรายผลการดำเนินการ | 21 |
| สรุปผลการทดลอง | 21 |
| อภิปรายผลการทดลอง | 21 |
| ข้อเสนอแนะ | 22 |
| บรรณานุกรม | 23 |
| ภาคผนวก | 24 |

# สารบัญภาพ


| | หน้า |
|---|---|
| ภาพที่ 1 องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหน้า) | 11 |
| ภาพที่ 2 องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหลัง) | 11 |

# สารบัญตาราง

**หน้า**

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการใช้ถังขยะคุณธรรมภายในอาคารและภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) 20

# บทที่ 1
# บทนำ

**ที่มาและความสำคัญ**

ปัญหาขยะมูลฝอยในประเทศไทยถือเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่เกิดขึ้นจากน้ำมือมนุษย์ ซึ่งมีปัญหาที่เกี่ยวเนื่องกันในหลายแง่มุม ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการบริโภคและการแยกขยะจากต้นทาง การจัดการขยะที่ไม่ได้มาตรฐานก่อให้เกิดมลพิษและไม่เกิดการนำกลับมาใช้ซ้ำ ปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อม เช่น ปฏิกิริยาเรือนกระจกที่มีสาเหตุจากขยะเทกองที่ปล่อยก๊าซมีเทน ซัลเฟอร์กับคาร์บอนได-ออกไซต์ออกมา ปัญหาขยะในทะเลที่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและชีวิตความเป็นอยู่ของสัตว์ในทะเล

ประเทศไทยมีปริมาณขยะสูงขึ้นต่อเนื่องขึ้นทุกปี จากรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย ปี 2559 พบว่ามีปริมาณการเกิดขยะรวมกันทั้งประเทศ 27.06 ล้านตันต่อปี เทียบเท่าตึกใบหยก จำนวน 140 ตึก คิดเป็นประมาณ 74,130 ตันต่อวัน เฉลี่ยเป็นปริมาณขยะ 1.14 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ยังไม่รวมขยะตกค้างสะสมที่เพิ่มขึ้นทุกปีไม่ต่ำกว่าปีละ 10 ล้านตัน สถานการณ์มลพิษประเทศไทยประจำปี 2561 โดยพบว่าจากการขยายตัวของชุมชนเมือง การส่งเสริมการท่องเที่ยว และการบริโภค ทำให้ในปี 2561 มีขยะมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณ 27.80 ล้านตัน เพิ่มขึ้นจากปี 2560 ราว 1.64% ซึ่งถูกคัดแยกและนำกลับไปใช้ประโยชน์ 34% กำจัดอย่างถูกต้อง 39% และกำจัดไม่ถูกต้อง 27% ทั้งนี้ในขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นจะเป็นขยะพลาสติกประมาณ 2 ล้านตัน ซึ่งมีการนำกลับมาใช้ประโยชน์ 0.5 ล้านตันเท่านั้น ส่วนของเสียอันตรายจากชุมชนมี 6.4 แสนตัน เป็นซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 65% และอื่น ๆ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ 35% โดยได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง 13% นายประลอง ดำรงค์ไทย อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) กล่าวว่า แม้ปริมาณการจัดการอย่างถูกต้องจะเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่เพียงพอ เพราะยังไม่มีกฎระเบียบที่จะคัดแยกของเสียอันตรายออกจากขยะทั่วไป รวมถึงกฎหมายกำกับดูแลให้ภาคเอกชนรับผิดชอบในการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งในปี 2561 ยังมีการลักลอบนำเข้าขยะอิเล็กทรอนิกส์และเศษพลาสติกเพื่อนำมาคัดแยก ซึ่งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าถึงแม้ประเทศไทยจะมีความพยายามในการรีไซเคิลและกำจัดขยะอย่างถูกต้องมากขึ้น แต่แนวโน้มปริมาณขยะในแต่ละปีเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ปริมาณขยะกว่าครึ่งยังถูกกำจัดอย่างไม่ถูกวิธี ปริมาณขยะที่ถูกกำจัดอย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 26.34 ของปริมาณขยะเกิดใหม่รวมกับขยะตกค้างทั้งหมด และขยะที่เหลือกว่า 73.26% นั้นถูกกำจัดด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้อง เกิดสภาพเทกองเผากลางแจ้ง เผาในเตาที่ไม่มีระบบกำจัดมลพิษทางอากาศ และฝังกลบแบบเทกองควบคุม หรือไม่ถูกจัดการเลย อุปสรรคของการกำจัดขยะให้ถูกวิธี เช่น งบประมาณในการทำสถานที่กำจัดขยะแบบถูกต้องมีค่าใช้จ่ายสูง มีขั้นตอนและเกี่ยวข้องกับคนหลายฝ่าย ทั้งในแง่ของมาตรฐานการกำจัด และการขออนุญาตให้ถูกต้อง การหาพื้นที่ที่เหมาะสม การเตรียมพื้นที่ การดูแลผลกระทบที่เกิดขึ้นจากขยะและคนในชุมชนใกล้เคียง จุดคุ้มทุนของการลงทุนระบบเนื่องจากเตาเผาขยะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง หากแต่บางที่เปิดไปสักพักต้องปิด เพราะไม่มีจำนวนขยะดีเพียงพอเอามาเปลี่ยนเป็นพลังงานหรือไฟฟ้า เป็นต้น

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการไม่แยกขยะและไม่มีการจัดการพื้นที่เทกองให้ถูกต้อง มีได้ตั้งแต่จากการการรับสารเจือปนตั้งแต่ที่เป็นเชื้อโรค ไมโครพลาสติก ซึ่งเป็นพลาสติกขนาดเล็กมาก ๆ ที่แตกจากการ

ย่อยสลายไม่สมบูรณ์ และสารเคมีอันตรายอย่างสารตะกั่ว และโลหะหนักในขยะอิเล็กทรอนิกส์ซึมลงดิน และย้อนกลับมาหาคนและสัตว์ในผัก อาหารทะเล เนื้อสัตว์ รวมถึงน้ำ และยังเป็นสาเหตุที่ทำให้สัตว์ทะเล 5-10% พิการจากการกินพลาสติกเข้าไป และเสียชีวิตในที่สุด ตามที่เป็นข่าวดังตลอดหลายปีที่ผ่านมา โดยประเทศไทยนั้นเป็นประเทศที่มีขยะในทะเลมากที่สุดเป็นอันดับ 6 ซึ่ง 80% มาจากขยะบนบก ข้อมูลจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งพบว่า ขยะที่พบในทะเลกว่าครึ่งเป็นขยะพลาสติก

เนื่องจากถังขยะที่ใช้การเหยียบหรือใช้มือสัมผัสกับตัวถังขยะจะมีเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่ ทำให้เชื้อโรคสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ตัวเราติดเชื้อโรคและทำให้เราเกิดโรคภัยไข้เจ็บตามมา ซึ่งเป็นสาเหตุให้เสี่ยงต่อการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบได้ คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและมองเห็นปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับตัวเรา จึงได้คิดค้นการทำถังขยะที่มีความปลอดภัยต่อร่างกาย โดยการทำถังขยะเปิด-ปิด อัตโนมัติ ให้มีความสะดวกสบาย และที่สำคัญสามารถช่วยป้องกันอันตรายจากเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย

สังคมปัจจุบันไม่ว่าสถานที่ใด เช่น สวนสาธารณะ ศาลาประชาคมหมู่บ้าน หรือในโรงเรียนซึ่งเป็นสถานที่ให้ความรู้และสอนให้ทุกคนเป็นคนดี ก็ยังพบปัญหาคนทิ้งขยะไม่เป็นที่ทำให้ปริมาณของขยะเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ถังขยะที่มีอยู่นั้นก็ไม่มีลักษณะโดดเด่นอะไร ที่จูงใจให้นักเรียนทิ้งขยะลงในถังขยะ จึงพบเห็นขยะทิ้งเกลื่อนกลาดทั่วบริเวณโรงเรียน คณะผู้จัดทำจึงได้มีความคิดพัฒนาถังขยะรูปแบบใหม่ที่ทันสมัยยิ่งขึ้นสะดวกสบายในการทิ้งขยะ และเป็นที่ดึงดูดความสนใจให้กับนักเรียน เมื่อนักเรียนเห็นถังขยะที่จัดทำขึ้นแล้วเกิดความสนใจและนำขยะมาทิ้งลงถัง เป็นการแก้ปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่ เพราะอยากให้ทุกคนใส่ใจในการทิ้งขยะให้ถูกที่ เพื่อรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่สืบต่อไป

**วัตถุประสงค์ของโครงงาน**

1. เพื่อศึกษาการทำถังขยะคุณธรรม
2. เพื่อสร้างถังขยะคุณธรรม เปิด-ปิด อัตโนมัติควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว
3. เพื่อสร้างนิสัยการทิ้งขยะให้ถูกที่

**สมมุติฐานโครงงาน**

ถังขยะคุณธรรม เปิด-ปิด อัตโนมัติควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว

**ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง**

| | |
|---|---|
| ตัวแปรต้น | ถังขยะ Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว มอเตอร์ บอร์ดทดลอง สามจั้มเปอร์ แหล่งจ่ายไฟ 5V |
| ตัวแปรตาม | ถังขยะ เปิด-ปิด อัตโนมัติควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว |
| ตัวแปรควบคุม | เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว |

**ขอบเขตที่ใช้ในการศึกษา**

1. ศึกษาลักษณะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของถังขยะคุณธรรม
2. ศึกษาระบบการทำงานของเซ็นเซอร์ การออกแบบระบบและการติดเซ็นเซอร์
3. ศึกษาและการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบเซนเซอร์ให้ทำงานตามคุณสมบัติของตัวเซ็นเซอร์

4. ทดสอบการทำงานพร้อมทั้งแก้ไขและปรับปรุงข้อผิดพลาดที่เกิดจากอุปกรณ์ในระบบว่าจะทำงานเต็มที่หรือไม่

**ประโยชน์ที่จะได้รับ**

1. ได้ถังขยะคุณธรรม เปิด-ปิด อัตโนมัติควบคุมเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว
2. ได้ศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของระบบต่าง ๆ
3. ช่วยลดปัญหาการทิ้งขยะไม่ลงถัง
4. เพิ่มความสะดวกสบายในการทิ้งขยะ
5. ช่วยลดปัญหาจากการติดเชื้อโรคจากถังขยะ
6. ได้ทักษะกระบวนการทำงานกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพ

**งบประมาณ**

| | |
|---|---|
| 1. ค่าเอกสารอุปกรณ์ | 45 บาท |
| 2. ค่าวัสดุอุปกรณ์ | 255 บาท |
| รวมทั้งสิ้น | 300 บาท |

# บทที่ 2
# เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาโครงงาน เรื่อง ถังขยะคุณธรรม คณะผู้จัดทำได้รวบรวมแนวคิดต่าง ๆ จากเอกสารที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ขยะ
   1.1 ความหมายของขยะ
   1.2 ประเภทของขยะ
   1.3 แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย
   1.4 ผลกระทบของขยะมูลฝอย
2. KidBright
   2.1 ความสามารถของ Kidbright
   2.2 วิธีการใช้งานบอร์ด KidBright
   2.3 ส่วนประกอบของบอร์ด KidBright
   2.4 บอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright
   2.5 การทำงานของ KidBright
   2.6 คุณสมบัติของ KidBright
3. เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor)
4. มอเตอร์ (Servo MG90s)
5. บอร์ดทดลอง (Protoboard)
6. สายไฟจัมเปอร์ (Jumper)
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**ขยะ**

**1. ความหมายของ ขยะ**

ขยะ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ผู้คนไม่ต้องการ และทิ้งไป ขยะมีมากมายหลายรูปแบบ ทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว ขยะที่ย่อยสลายได้และที่ย่อยสลายไม่ได้ ของที่ใช้ประโยชน์ได้และที่ใช้ประโยชน์ไม่ได้ และขยะมีพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ขยะ คือ ของเหลือทิ้งจากการใช้สอยของมนุษย์หรือจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตฉบับ พ.ศ. 2525 กล่าวว่า มูลฝอย หมายถึงเศษสิ่งของที่ทิ้งแล้ว ขยะมูลฝอย

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้ให้ความหมายของคำว่า“ขยะมูลฝอย” หรือ “มูลฝอย” ไว้ว่า หมายถึง เศษกระดาษเศษผ้าเศษอาหารเศษสินค้าถุงพลาสติกภาชนะใส่อาหารเถ้ามูลสัตว์หรือซากสัตว์รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาดที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่น

อำนาจ เจริญศิลป์ (2543 : หน้า 246) ได้ให้ความหมายของขยะมูลฝอย (Solid Waste) หมายความถึง ของขยะมูลฝอย ว่าคือ เศษของเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตและการใช้สอยของมนุษย์

กรมควบคุมมลพิษ (2545) ให้ความหมายของขยะมูลฝอยว่า (Solid Waste) หมายความถึง เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร เถ้า มูลสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ ที่อื่น และหมายความรวมถึงมูลฝอยที่ติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชนหรือครัวเรือน ยกเว้นวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงาน ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

กรมควบคุมมลพิษ (2548) ได้อธิบายไว้ว่าขยะหรือมูลฝอย (Solid Waste) คือเศษกระดาษเศษผ้าเศษอาหารเศษสินค้าเศษวัตถุถุงพลาสติกภาชนะที่ใส่อาหารเถ้ามูลสัตว์ซากสัตว์หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาดที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นและหมายความรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อมูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชนหรือครัวเรือนยกเว้นวัสดุที่ไม่ใช้แล้วของโรงงานซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงานดังนั้นจึงสรุปได้ว่าขยะหรือมูลฝอยหรือมูลฝอยชุมชนเป็นคำที่มีความหมายเดียวกันโดยหมายถึงเศษกระดาษเศษผ้าเศษอาหารเศษสินค้าเศษวัตถุถุงพลาสติกภาชนะที่ใส่อาหารเถ้ามูลสัตว์ซากสัตว์หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนนตลาดที่เลี้ยงสัตว์หรือที่อื่นรวมถึงมูลฝอยติดเชื้อมูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชนหรือครัวเรือนยกเว้นมูลฝอยที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

อาณัติ ต๊ะปินตา (2553 : หน้า2) ได้ให้ความหมายของขยะมูลฝอย หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในกิจกรรมในการดำเนินชีวิตของมนุษย์แล้วถูกทิ้งขว้าง เนื่องจากไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไปหรือไม่เป็นที่ พึงประสงค์ของผู้ใช้ หรืออาจด้วยเหตุผลอื่นๆ ที่ทำให้สิ่งเหล่านั้นกลายสภาพเป็นสิ่งที่หมดคุณค่าหรือไม่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตต่อไป

สรุปได้ว่า ขยะและมูลฝอยมีความหมายเหมือนกันแต่มีชื่อเรียกที่ต่างกัน ในภาษาที่เป็นทางการ มักเรียกว่า มูลฝอย ส่วนภาษาที่ไม่เป็นทางการ มักเรียกว่า ขยะ บางครั้งก็เรียกรวมกันว่า ขยะมูลฝอย ซึ่งมีความหมายเหมือนกัน

**2. ประเภทของขยะ**

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2545) ได้แบ่งประเภทของขยะมูลฝอยออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1 ขยะมูลฝอยที่ย่อยสลายได้ ได้เป็นขยะมูลฝอยที่เป็นสารอินทรีย์สามารถนำมาหมักเป็นปุ๋ยได้เช่น เศษอาหาร เศษผักเศษผลไม้ มูลสัตว์ และซากสัตว์ เป็นต้น

2.2 ขยะมูลฝอยทั่วไป เป็นขยะมูลฝอยที่เป็นสารอนินทรีย์ซึ่งจะย่อยสลายได้ยากไม่เป็น ขยะมูลฝอย อันตรายแต่รีไซเคิลได้ยาก หรือไม่คุ้มค่าในการนำไปรีไซเคิล เช่น เศษวัสดุก่อสร้าง เถ้าฝุ่นละอองและถุงพลาสติกที่ใส่อาหาร หรือของใช้ต่างๆ เป็นต้น ขยะมูลฝอยประเภทนี้คือขยะมูลฝอยที่จะต้องนำไปกำจัดต่อไป

2.3 ขยะมูลฝอยที่นำกลับมาใช้ประโยชน์หรือขยะมูลฝอยมีค่า หรือขยะมูลฝอยรีไซเคิลเป็นขยะมูลฝอยที่สามารถนำมาขายเพื่อส่งไปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ได้ เช่น เศษโลหะ ถุงพลาสติกบางชนิดกล่องพลาสติกและกระป๋องโลหะ เป็นต้น

2.4 ขยะมูลฝอยอันตราย เช่น ขยะมูลฝอยปนเปื้อนกัมมันตรังสี สารเคมีทิ้งแล้ว ยาเสื่อมสภาพของมีคม ภาชนะที่มีแรงดันและขยะมูลฝอยที่ติดเชื้อ

จำรูญ ยาสมุทร (2555 : หน้า 12) อ้างถึงใน นิสากร วิเวกวิทย์ (2558 : หน้า 10-14) ได้แบ่งประเภทขยะมูลฝอย ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

2.1 ขยะเปียกหรือขยะสด (Garbage) ได้แก่ สิ่งปฏิกูลที่ได้จากการเตรียมอาหาร ซึ่งอาจจะมีเศษเนื้อและผลไม้ เศษผักต่าง ๆ และรวมถึงเศษอาหารอีกด้วย มีความชื้นสูง ขยะประเภทนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกสารอินทรีย์มีน้ำหนักหรือความชื้นสูง จึงทำให้เกิดการย่อยสลายเน่าเปื่อยได้เร็วขึ้นมีกลิ่นเหม็น จำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องการเก็บ การขนส่งเพราะขยะประเภทนี้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่ดีของแมลงชนิดต่าง ๆ

2.2 ขยะแห้ง (Rubbish) ได้แก่ มูลฝอยที่ไม่เน่าเปื่อยได้ง่าย เป็นประเภทติดไฟเผาไหม้ได้ และ เผาไหม้ไม่ได้ เป็นพวกไม่เป็นเชื้อเพลิง ได้แก่ กระดาษ ลัง กล่องไม้ ถึงแม้จะเป็นอินทรียวัตถุก็ตาม แต่ก็เน่าเปื่อย สลายตัวได้ช้า ต้องทิ้งไว้เวลานานจึงจะถูกย่อยสลายหมด ขยะพวกนี้ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

2.3 เถ้า (Ashes) ได้แก่ ขยะที่เกิดจากการเผาไหม้ เช่นจากการเผาไหม้ของถ่านไหม้ ถ่านหิน และวัตถุอื่น ๆ ที่เผาไหม้ได้ ตามปกติขี้เถ้า เศษวัสดุก่อสร้างพวกอิฐ หิน ทราย หรือวัตถุที่เหลือจากการเผาไหม้ เหมาะสำหรับใช้ถมที่ได้

2.4 ซากสัตว์ (Desdaninmals) ได้แก่ ซากสัตว์ที่ตายเนื่องจากอุบัติเหตุ หรือตายเนื่องจากถูกฆ่าแล้วโยนทิ้งเช่น ซากหนู สุนัข แมวฯลฯ ที่ตายถูกปล่อยทิ้งไว้บนถนน ขยะประเภทนี้รวมถึงเศษ หรือส่วนใดของสัตว์ที่ทิ้งมาจากโรงงานฆ่าสัตว์ ตลาดสดและอาคารบ้านเรือน

2.5 มูลสัตว์ (Manures) ได้แก่ มูลสัตว์เลี้ยงชนิดต่าง ๆ เช่น โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ ฯลฯ ถ้าหากเลี้ยงสัตว์เหล่านั้นเพื่อการอุตสาหกรรม ปริมาณมูลสัตว์จะมีมาก และเป็นปัญหาที่ต้องนำไปกำจัด เพราะมูลสัตว์เป็นแหล่งเพาะพันธุ์อย่างดีของแมลงวัน

2.6 เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous) นอกจากนี้ยังมีขยะจากแหล่งอื่น ๆ ที่ไม่อาจจัดรวมอยู่ในจำพวกที่กล่าวมา เช่น เศษสิ่งของที่รื้อถอนอาคารบ้านเรือน ขยะจากโรงงานอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ ตะกอนจากน้ำโสโครก ซากรถยนต์ ขยะที่ทิ้งจากโรงพยาบาล เป็นต้น

สรุปได้ว่า ประเภทของขยะ แบ่งออกเป็น ขยะมูลฝอยเปียก ขยะมูลฝอยแห้ง และขยะมูลฝอยของเสียอันตราย

**3. แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอย**

แหล่งชุมนุมมีกิจกรรมทั้งจากการเกษตรกรรรมและอุตสาหกรรม ซึ่งจัดได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดขยะที่สำคัญ

3.1 ของเสียจากอุตสาหกรรม ของเสียอันตรายทั่วประเทศไทย 73% มาจากระบบอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ยังไม่มีการจัดการที่เหมาะสมโดยทิ้งกระจายอยู่ตามสิ่งแวดล้อมและทิ้งร่วมกับมูล

ฝอย รัฐบาลได้ ก่อตั้งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรมขึ้นแห่งแรกที่แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน เริ่มเปิดบริการตั้งแต่ 2531 ซึ่งก็เพียงสามารถกำจัดของเสียได้บางส่วน

3.2 ของเสียจากโรงพยาบาลและสถานที่ศึกษาวิจัย ของเสียจากโรงพยาบาลเป็นของเสียอันตรายอย่างยิ่ง เช่น ขยะติดเชื้อ เศษอวัยวะจากผู้ป่วย และการรักษาพยาบาล รวมทั้งของเสียที่ปนเปื้อนสาร กัมมันตรังสี สารเคมี ได้ทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมโดยปะปนกับมูลฝอยสิ่งปฏิกูลเป็นการเพิ่มความเสี่ยงในการแพร่ กระจายของเชื้อโรคและสารอันตราย

3.3 ของเสียจากภาคเกษตรกรรม เช่น ยาฆ่าแมลง ปุ๋ย มูลสัตว์ น้ำทิ้งจากการทำปศุสัตว์ ฯลฯ

3.4 ของเสียจากบ้านเรือนแหล่งชุมชน เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ แก้ว เศษอาหาร พลาสติก โลหะ หินไม้ กระเบื้อง หนัง ยาง ฯลฯ

3.5 ของเสียจากสถานประกอบการในเมือง เช่น ภัตตาคาร ตลาดสด วัด สถานเริงรมย์ ประกอบกับมีความก้าวแหล่งที่มาของเสียที่เป็นอันตราย

ของเสียที่เป็นอันตรายมีที่มาจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ 3 แหล่ง ได้แก่

3.1 โรงงานอุตสาหกรรม กากสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต หรือสารเคมี ที่เหลือใช้ ภาชนะบรรจุสารเคมี ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพ หรือไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน เป็นของเสียอันตราย ที่จะต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้อาจมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารที่เป็นพิษ สารไวไฟ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม อาทิ ของเสียจากโรงงาน ชุบโลหะส่วนใหญ่จะมีสารพิษ เช่น ไซยาไนด์ และสารโลหะหนักเจือปนอยู่ ตัวอย่างของเสียเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และอื่นๆ ของเสียจากโรงงานผลิตโซดาไฟในขบวนการผลิตแบบเก่า จะมีพวกสารปรอทปะปนอยู่ ของเสียจากโรงงานผลิตสี หรือโรงงานทอผ้าที่มีการย้อมสี จะมีสารพวกตะกั่ว ปรอท และสารหนู เป็นต้น ของเสียจากโรงงานผลิตและบรรจุยาฆ่าแมลง ส่วนใหญ่จะเป็นภาชนะบรรจุวัตถุดิบ หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว ซึ่งอาจจะมีสารเคมีที่เป็นพิษ หรือสารยาฆ่าแมลงติดค้างอยู่ ของเสียจากโรงกลั่นน้ำมัน จะเป็นพวกกากตะกอนน้ำมันดิบ ซึ่งเป็นสารไวไฟ และอาจมีโลหะหนัก เช่น ตะกั่วเจือปนอยู่ ของเสียจากโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ และเครื่องใช้ ที่เป็นโลหะ จะเป็นพวกกรดหรือด่างที่ใช้ในการผลิตน้ำ

3.2 ชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย ของที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน บางชนิดอาจจะมีสารเคมีที่เป็นพิษ หรือสารไวไฟ หรือสารกัดกร่อนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดสภาพการใช้งานแล้ว แต่สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายในตัวเองอยู่ ถ้าดำเนินการกับของเสียนั้นๆ อย่างไม่ระมัดระวังหรือไม่ถูกวิธี ก็จะทำให้สารเคมีที่อยู่ในของเสียนั้น รั่วซึมออกมาได้ เช่น ซากถ่านไฟฉาย จะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรด และมีสารโลหะหนักพวกตะกั่วเหลืออยู่ นอกจากนี้หลอดฟลูออเรสเซนซ์ที่หมดอายุใช้งานแล้วยังคงมีสารปรอทเหลืออยู่ เศษของเสียเหล่านี้ถ้าถูกทิ้งไปโดยไม่ดูแลให้ถูก ต้อง สารพิษดังกล่าวอาจถูกน้ำชะล้างออกมา ปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ น้ำมัน- เครื่อง น้ำมันเบรก ที่ใช้ในรถยนต์ แม้จะใช้แล้ว ก็ยังคงความเป็นสารไวไฟหรือสารกัดกร่อน ภาชนะที่บรรจุยาฆ่าแมลงสาบและยุงที่ใช้หมด แล้วอาจมีเศษของยาฆ่าแมลงเหลือติดค้างอยู่ น้ำยาขัดพื้น หรือน้ำยาล้างห้องน้ำ จะมีส่วน ผสมของกรดหรือด่าง แม้จะใช้แล้วก็ยังคงมี ฤทธิ์ในการกัดกร่อนอยู่ ส่วนสี ทินเนอร์ ยา ตลอดจนของเสียที่ถูกทิ้งออกมาจาก

โรงพยาบาล และสถานพยาบาลต่างๆ บางส่วนอาจจะมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ เช่น เศษเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ น้ำเหลือง น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย เหงื่อ ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำใน กระดูก น้ำอสุจิ เลือด เซรุ่มของผู้ป่วย เครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล กระดาษชำระ เข็มฉีดยา มีดผ่าตัด และเสื้อผ้าจากห้องฉุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล ห้องออร์โธปิดิกส์ หน่วยโลหิตวิทยา ห้องศัลยกรรม ห้องอายุรกรรม ห้องกุมารเวชกรรม ห้องสูตินารีเวชกรรม หน่วยพยาธิวิทยา เป็นสิ่งของที่มีความเสี่ยงต่อการติดโรค หากไปสัมผัสเข้า นอกจากของเสียที่ติดเชื้อโรคแล้ว ยังมีของเสียชนิดอื่นอีก เช่น ยาที่หมดอายุแล้ว และสารเคมีที่ใช้ในการแพทย์ ตลอดจนซากสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ ทิ้งจากห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง เป็นต้น

3.3 เกษตรกรรม ได้แก่ การผลิต และการใช้สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยากำจัดแมลง ยากำจัดวัชพืช ยากำจัดเชื้อราที่เหลือใช้ หรือเสื่อมคุณภาพ ภาชนะที่บรรจุยากำจัดศัตรูพืชต่างๆ ซึ่งอาจมีเศษยาติดค้างอยู่ สารเคมีเหล่านี้มีความเป็นพิษในตัวของมันเอง บางชนิดมีความคงทนไม่สลายตัวง่าย ทำให้มีฤทธิ์อยู่ได้นาน ส่วนใหญ่นอกจากจะมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย เครื่องสำอางที่หมดอายุแล้ว ก็นับเป็น ของเสียที่เป็นอันตรายด้วย

**4. ผลกระทบของขยะมูลฝอย**

งานวิจัยของ วิสุทธิ์ มหายศนันท์ (2550 : หน้า 6) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการกำจัดขยะมูลฝอย ซึ่ง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและการใช้ชีวิตของคนในชุมชน ดังนี้

4.1 เป็นบ่อเกิดของเชื้อโรคต่าง ๆ เพราะขยะมูลฝอยเป็นสิ่งที่เหลือทิ้ง รวมถึงสิ่งสกปรกทั้งหลาย ที่รวมกันอยู่ จึงมีเชื้อโรคนานาชนิดปนอยู่สามารถเจริญแพร่พันธุ์ได้ดีและรวดเร็วในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม และถ้าระยะเวลาที่ขยะมูลฝอยถูกทิ้งไว้นานเท่าไร ปริมาณเชื้อโรคก็จะยิ่งเพิ่มทวีมากยิ่งขึ้น ถ้ามีสัตว์มาคุ้ยเขี่ย หรือมีลมพัดให้ขยะมูลฝอยฟุ้งกระจาย เชื้อโรคที่มีอยู่เป็นปริมาณมากก็จะแพร่กระจายออกไปก่อนให้เกิด อันตรายแก่สุขภาพของคนและสัตว์ได้

4.2 เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของพาหะนำโรค พาหะนำโรคในที่นี้ ได้แก่ แมลงสาบ หนู ยุง แมลงต่าง ๆ และสุนัข เป็นต้น สัตว์เหล่านี้นอกจากจะเข้าไปคุ้ยเขี่ยหาอาหารซึ่งมีอยู่มากมายในกองขยะมูลฝอยแล้ว ยัง ใช้เป็นที่อยู่อาศัย วางไข่ ฟักตัวอ่อน และเจริญเติบโต แพร่พันธุ์ต่อไปจนเพิ่มปริมาณมากขึ้น ซึ่งก็เป็นอันตราย อย่างมากที่จะพาเชื้อโรคต่าง ๆ ที่มีอยู่ในขยะมูลฝอยไปสู่คนและสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว

4.3 เกิดกลิ่นเหม็นและสภาพน่ารังเกียจ เมื่อขยะมูลฝอยเกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย จะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะ ปริมาณและชนิดของขยะมูลฝอย นอกจากนี้ ถ้าแมลงวันวางไข่ด้วยจะมีหนอนขึ้น เกิดสภาพที่น่าขยะแขยงอย่างมาก

4.4 เกิดเป็นเหตุรำคาญแก่บริเวณใกล้เคียง ดังที่กล่าวแล้วว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์และแมลงต่าง ๆ เช่น หนู แมลงวัน ยุง เป็นต้น สัตว์และแมลงเหล่านี้เมื่อเพาะพันธุ์จนมีปริมาณมากขึ้นจะออกมา เพ่นพ่านทำความรำคาญให้แก่บริเวณใกล้เคียง รวมถึงกลิ่นเน่าเหม็นที่พัดพาไปตามสายลมอีกด้วย

4.5 เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น เกิดอัคคีภัยในกรณีที่ขยะมูลฝอยมีเชื้อไฟอยู่ เช่น กระดาษ พลาสติก ซึ่งติดไฟง่าย ถ้ามีผู้ที่ไม่ระมัดระวังทิ้งก้นบุหรี่ที่ยังติดไฟอยู่ ก็จะเกิดอัคคีภัยได้ง่าย อีกประการหนึ่ง อาจเกิดอุบัติเหตุบาดเจ็บแก่ร่างกาย เนื่องจากกองขยะมูลฝอยใกล้กับทางเดินเท้า ซึ่งในกองขยะมูลฝอยอาจมีเศษแก้ว เศษโลหะหรือของมีคม ซึ่งผู้สัญจรผ่านหรือเด็กอาจจะไปเดินเหยียบสิ่งของเหล่านี้ได้

**KidBright**

**1. ความสามารถของ Kidbright**

KidBright เป็นบอร์ดสมองกลฝังตัวที่สามารถทำงานตามชุดคำสั่ง โดยผู้เรียนสามารถสร้างชุดคำสั่งผ่านโปรแกรม KidBright IDE บนคอมพิวเตอร์ ที่ใช้งานง่าย เพียงใช้การลากบล็อกคำสั่งมาวางต่อกัน (Drag and Drop) ช่วยลดความกังวลเรื่องการพิมพ์ชุดคำสั่งผิด ชุดคำสั่งที่ถูกสร้างดังกล่าวจะถูกส่งไปที่บอร์ด KidBright ให้ทำงานตามที่โปรแกรมไว้ เช่น รดน้ำต้นไม้ตามระดับความชื้นที่กำหนด หรือเปิด-ปิดไฟตามเวลาที่กำหนด เป็นต้น

KidBright มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดเชิงตรรกะ ร่วมกับความคิดสร้างสรรค์ สามารถต่อยอดสู่การพัฒนาแอปพลิเคชั่นและเทคโนโลยีด้วยตนเองในอนาคต

**2. วิธีการใช้งาน บอร์ด KidBright**

KidBright คือ “บอร์ดสมองกลฝังตัว” พูดง่ายๆ ก็คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถรับข้อมูล ประมวลผล และสั่งงานเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้ KidBright IDE ใช้การสร้างชุดคำสั่งแบบ Block Based Programing หรือ Blocky อยากให้ส่วนไหนของบอร์ด KidBright ทำงานก็เอาบล็อคส่วนนั้นมา แล้วก็กำหนดเงื่อนไขการทำงาน เสร็จแล้วแล้วเอาสายเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับบอร์ด แล้วกดปุ่ม Program Build KidBright IDE จะแปลง block เป็นรหัสที่คอมพิวเตอร์เข้าใจให้ชุดคำสั่งส่งเข้าไปในบอร์ดเท่านี้เราได้ชื่อว่าเขียนโค้ดได้แล้ว

เกี่ยวกับบอร์ดส่งเสริมการเรียนชนิดอื่น ๆ ในประเทศไทยมีผู้ผลิตบอร์ดส่งเสริมการเรียน STEM ลักษณะคล้ายกับบอร์ด KidBright เช่น Go Go Board, IPST-MICROBOX และอื่น ๆ

**3. ส่วนประกอบของบอร์ด KidBright**

KidBright เป็นบอร์ดสมองกลฝังตัว (Embedded Board) สามารถใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมขนาดจิ๋วที่ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) จอแสดงผลนาฬิกาเรียลไทม์ ลำโพง และเซนเซอร์แบบง่าย โดยบอร์ด KidBright จะทำงานตามคำสั่งที่ผู้ใช้สร้างขึ้นผ่านโปรแกรมสร้างชุดคำสั่งแบบบล็อก (Block Based Programming) ด้วยเหตุนี้เอง บอร์ด KidBright จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสอนเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากผู้เรียนสามารถสร้างชุดคำสั่ง โดยใช้โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง KidBright IDE (Integrated Development Environment) ที่สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows, Mac OS และ Ubuntu ชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นจะถูกส่งไปยังบอร์ด KidBright เพื่อให้บอร์ดทำงาน ตามคำสั่ง ทำให้ผู้เรียนได้เห็นการทำงานจริงของชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นแบบเรียลไทม์ เพื่อให้เข้าใจบอร์ด KidBright ได้ดียิ่งขึ้น จึงขอขยายความคำว่าสมองกลฝังตัว และคำว่าระบบปฏิบัติการ

**3.1 สมองกลฝังตัว** คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่นำไปฝังไว้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดของอุปกรณ์นั้น ๆ ผ่านซอฟต์แวร์ ควบคุมการทำงานที่แตกต่างจากระบบประมวลผลในคอมพิวเตอร์ สมองกลฝังตัวถูกใช้อย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ไฟฟ้า ยานพาหนะ และอุปกรณ์สื่อสาร การที่สามารถนำไปฝังไว้ในอุปกรณ์นี้เอง ทำให้มีชื่อเรียกว่า สมองกลฝังตัว โดยการพัฒนา ซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานบนระบบสมองกลฝังตัวสามารถพัฒนาโดยใช้หรือไม่ใช้ระบบปฏิบัติการก็ได

**3.2 ระบบปฏิบัติการ** ระบบปฏิบัติการ (Operating System) หรือ โอเอส (OS) คือโปรแกรมที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมต่อระหว่าง ฮาร์ดแวร์ (Hardware) กับ ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application)

ทั่วไปซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้อีกที โดยจะทำหน้าที่ ควบคุมการแสดงผล การทำงานของฮาร์ดแวร์ให้บริการ กับซอฟต์แวร์ประยุกต์ทั่วไปในการรับส่งและจัดเก็บข้อมูล กับฮาร์ดแวร์ และจัดสรรการใช้ทรัพยากรระบบ (Resources) ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไประบบปฏิบัติการนั้น ไม่ได้มีแต่เฉพาะใน คอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่มีอยู่ในอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ หลายชนิด เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์พกพา พีดีเอ แท็บเล็ต และระบบสมองกลฝังตัว โดยจะทำหน้าที่ควบคุม การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ และติดต่อกับผู้ใช้ผ่าน ซอฟต์แวร์ประยุกต์ (Application) ตัวอย่างของระบบ ปฏิบัติการในคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Windows, Linux, Mac OS, Solaris, Ubuntu ส่วนตัวอย่างของระบบปฏิบัติการใช้มือถือได้แก่ Windows Mobile, iOS และ Android เป็นต้น และตัวอย่างของระบบปฏิบัติการที่ใช้ในระบบ สมองกลฝังตัวได้แก่ QNX และ FreeRTOS เป็นต้น

3.2.1 หน้าที่ของระบบปฏิบัติการ

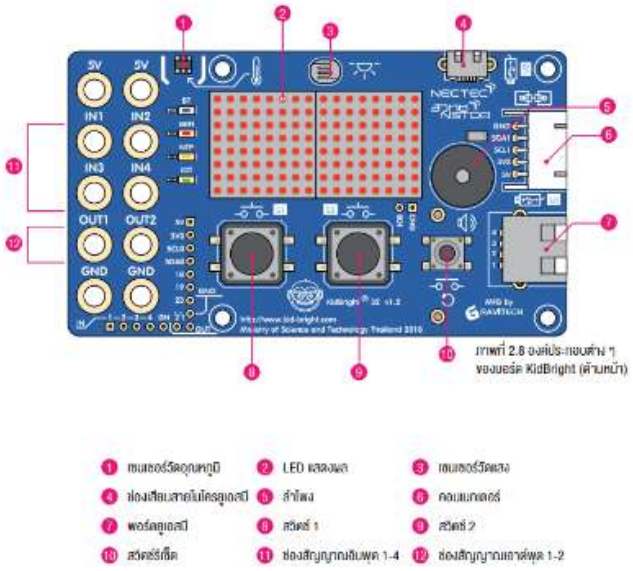
1) ติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เนื่องจาก OS ถูกสร้างขึ้น ด้วยจุดประสงค์หลัก คือ เพื่ออำนวยความสะดวกในการ ทำงานแก่ผู้ใช้ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบการทำงานของฮาร์ดแวร์ ก็สามารถทำงานได้โดยง่าย ดังนั้นจึงต้องมีส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน

2) ควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ OS เป็นตัวกลางที่ เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับฮาร์ดแวร์ โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเข้าใจในการทำงานของฮาร์ดแวร์ ดังนั้น OS จึงต้อง มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ต่างๆ เหล่านั้น แทนผู้ใช้ผ่านทางดีไวซ์ไดรเวอร์ (Device Driver) ของอุปกรณ์แต่ละชนิด

3) จัดสรรทรัพยากรในระบบ ในการทำงานของเครื่อง คอมพิวเตอร์นั้น จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เข้าช่วย เช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ เป็นต้น และทรัพยากร เหล่านี้มีจำกัดจึงจำเป็นต้องมีการจัดสรรการใช้งานให้เกิด ประโยชน์สูงสุด ทำให้การประมวลผลดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

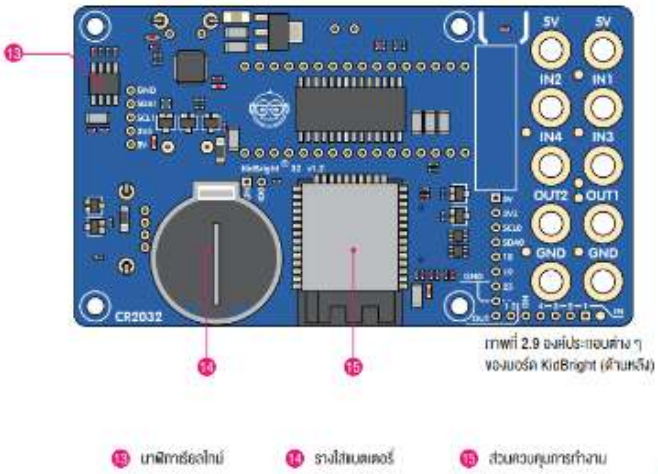
**4. บอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright**

บอร์ด KidBright ที่ใช้ในโครงการ Coding at School เป็น บอร์ดที่พัฒนาขึ้นเป็นรุ่นที่สอง ภายใต้ชื่อ KidBright32 โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมการทำงานขนาดเล็กหรือเรียกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ (เบอร์ ESP32) เป็นตัวควบคุมการ ทำงานของบอร์ด พร้อมติดตั้งจอแสดงผล นาฬิกาเรียลไทม์ ลำโพง และเซนเซอร์พื้นฐาน โดยบอร์ดจะรับชุดคำสั่งจาก โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง KidBright IDE ผ่านสายยูเอสบี (USB) บอร์ด KidBright สามารถเชื่อมต่อเซนเซอร์ ภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมได้ผ่านช่องสัญญาณ IN1-IN4 ดังแสดงในภาพที่ 1 และภาพที่ 2




ภาพที่ 2.8 องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหน้า)

**ภาพที่ 1** : องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหน้า)




ภาพที่ 2.9 องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหลัง)

**ภาพที่ 2** : องค์ประกอบต่าง ๆ ของบอร์ด KidBright (ด้านหลัง)

**5. การทำงานของ KidBright**

หมายเลข 1 เซนเซอรวัดอุณหภูมิ ใชวัดคาอุณหภูมิที่อยูรอบ ๆ บอรด KidBright

หมายเลข 2 จอแสดงผล LED ใชแสดงผลตัวอักษร ขอความ หรือรูปภาพ

หมายเลข 3 เซนเซอรวัดแสง ใชวัดปริมาณแสงที่อยูรอบ ๆ บอรด KidBright

หมายเลข 4 ชองเสียบสายไมโครยูเอสบี ใชเปนชองรับกระแสไฟฟาจาก แหลงจายกระแสไฟฟา และ รับขอมูลจากคอมพิวเตอร์

หมายเลข 5 ลำโพง เปนแหลงกำเนิดเสียง ใหกับบอรด KidBright

หมายเลข 6 คอนเนกเตอร เปนชองทางในการเชื่อมตอกับบอรดเสริมของ KidBright

หมายเลข 7 พอรตยูเอสบี ใชควบคุมการทำงานของ อุปกรณไฟฟาแบบยูเอสบี อาทิเชน เปด-ปด พัดลมยูเอสบี

หมายเลข 8 สวิตช 1 ใชควบคุมการทำงานของบอรด KidBright อาทิเชน กดสวิตช 1 แลวใหแสดงขอความบนจอแสดงผล

หมายเลข 9 สวิตช 2 ใชควบคุมการทำงานของบอรด KidBright อาทิเชน กดสวิทช 2 แลวมีเสียงเพลง

หมายเลข 10 สวิตชรีเซ็ต ใชรีเซ็ตหรือเริ่มตนการทำงานใหมของบอรด

หมายเลข 11 ชองสัญญาณอินพุต 1-4 ใชรับคาสัญญาณอินพุตแบบ ดิจิทัลจากอุปกรณภายนอก ที่มาเชื่อมตอ

หมายเลข 12 ชองสัญญาณเอาตพุต 1-2 ใชสงคาเอาตพุตแบบดิจิทัลจาก บอรด KidBright ไปยังอุปกรณ ภายนอกที่มาเชื่อมตอ

หมายเลข 13 นาฬิกาเรียลไทม ใชเปนอุปกรณบอกเวลา ของบอรด KidBright ถาใส่แบตเตอรี่จะทำใหนาฬิกาเรียลไทมเดินไดตรงเวลา แมไมมีการจายกระแสไฟฟา ใหกับบอรด KidBright

หมายเลข 14 รางใสแบตเตอรี่ ใสแบตเตอรี่สำหรับเปนแหลงจายไฟฟาใหกับนาฬิกาเรียลไทม

หมายเลข 15 สวนควบคุมการทำงาน ของบอรด KidBright บอรด KidBright ถูก ควบคุมการทำงานโดย ไมโครคอนโทรลเลอร ESP32 ซึ่งมีฟงกชันการเชื่อมตออินเทอรเน็ตผานไวไฟ (Wifi) และบลูทูธ (Bluetooth)

**6. คุณสมบัติของ KidBright**

6.1 โปรแกรมสร้างชุดคำสั่ง KidBright IDE รองรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์

6.2 รองรับการทำงานแบบมัลติทาสกิ้ง (Multitasking Programming)

6.3 รองรับการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ (Internet of Things)

6.4 รองรับการทำงานแบบเชิงเหตุการณ์ (Event-Driven Programming)

6.5 รองรับการเชื่อมต่อเซนเซอร์ที่หลากหลาย

**เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Sensor)**

**1. หลักการทำงานเซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว(Ultrasonic module Hc-SR04)**

HC-SR04 เป็นเซนเซอร์โมดูลสำหรับตรวจจับวัตถุและวัดระยะทางแบบไม่สัมผัส โดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งเป็นคลื่นเสียงความถี่สูงเกินกว่าการได้ยินของมนุษย์ วัดระยะได้ตั้งแต่ 2 – 400 เซนติเมตร หรือ 1 – 156 นิ้ว สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย ใช้พลังงานต่ำ เหมาะกับการนำไป ประยุกต์ใช้งานด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ หรืองานด้านหุ่นยนต์ หลักการทำงาน จะเหมือนกันกับการ ตรวจจับวัตถุด้วยเสียงของค้างคาว โดยจะประกอบไปด้วยตัว รับ-ส่ง อัลตราโซนิก ตัวส่งจะส่งคลื่น ความถี่ 40 kHz ออกไปในอากาศด้วยความเร็วประมาณ 346 เมตรต่อวินาที และตัวรับจะคอยรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ เมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลาที่ใช้ในการเดินทางไปกลับ (t) ก็จะสามารถคำนวณหาระยะห่างของวัตถุ (S)

**2. การต่อใช้งานโมดูล**

โมดูลนี้มีจุดต่อใช้งานทั้งหมด 4 จุด การใช้งานบอร์ด STM32F4DISCOVERY การทดลองใน เบื้องต้นสามารถต่อวงจรอย่างง่ายได้โดยใช้โปรโตบอร์ดและสายไฟต่อวงจรตามรูปที่ 2 ทั้งนี้ต้อง

ตรวจสอบคุณสมบัติของพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์จากดาต้าชีท ว่าสามารถทนระดับแรงดันลอจิก High (5V) ได้

2.1 ขา VCC สำหรับต่อแรงดันไฟเลี้ยงไม่เกิน 5V

2.2 ขา Trig เป็นขาอินพุตรับสัญญาณพัลส์ความกว้าง 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้าง คลื่นอัลตราโซนิกความถี่ 40KHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง

2.3 ขา Echo เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจากโมดูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์และคำนวณเป็นระยะทาง

2.4 ขา GND สำหรับต่อจุดกราวด์ร่วมแรงดันและสัญญาณ

ตามคุณลักษณะของเซนเซอร์ จะต้องสร้างสัญญาณพัลส์ความกว้างไม่น้อยกว่า 10 msec ป้อนเข้าที่ขา Trig หลังจากนั้นอีกประมาณ 1.4 msec จึงจะเริ่มมีสัญญาณพัลส์เกิดขึ้นที่ขา Echo มี ความกว้างของสัญญาณตั้งแต่ 150 usec-25 msec ซึ่งถ้าหากกว้างกว่านี้จะถือว่าตรวจไม่พบวัตถุ หลังจากนั้นควรหน่วงเวลาออกไปอีก 10 mS จึงจะส่งสัญญาณ Trig ออกไปอีกรอบ

การตรวจจับความกว้างของสัญญาณใช้โมดูล PWM Capture ซึ่งให้เอาต์พุตออกมาเป็นเวลาใน หน่วยวินาที และใช้สมการ (2) หรือ (3) เพื่อคำนวณหาระยะทางระหว่างวัตถุที่ตรวจพบ

ระยะทาง (cm) = ความกว้างของสัญญาณ Echo * $10^6$ /58 (2)

ระยะทาง (inch) = ความกว้างของสัญญาณ Echo * $10^6$ /148 (3)

**มอเตอร์ (Servo MG90s)**

Servo เป็นคำศัพท์ที่ใช้กันทั่วไปในระบบควบคุมอัตโนมัติ มาจากภาษาละติน คำว่า Sevus หมายถึง “ทาส” (Slave) ในเชิงความหมายของ Servo Motor ก็คือ Motor ที่เราสามารถสั่งงานหรือ ตั้งค่า แล้วตัว Motor จะหมุนไปยังตำแหน่งองศาที่เราสั่งได้เองอย่างถูกต้อง โดยใช้การควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control) ในบทความนี้จะกล่าวถึง RC Servo Motor ซึ่งนิยมนำมาใช้ในเครื่องเล่นที่บังคับด้วยวิทยุ (RC = Radio - Controlled) เช่น เรือบังคับวิทยุ รถบังคับวิทยุ เฮลิคอปเตอร์ บังคับวิทยุ เป็นต้น

Feedback Control คือ ระบบควบคุมที่มีการวัดค่าเอาต์พุตของระบบนำมาเปรียบเทียบกับค่าอินพุตเพื่อควบคุมและปรับแต่งให้ค่าเอาต์พุตของระบบให้มีค่า เท่ากับ หรือ ใกล้เคียงกับค่าอินพุต

**บอร์ดทดลอง (Protoboard)**

โพโตบอร์ด (Protoboard) หรือ เบรดบอร์ด (อังกฤษ: breadboard) เป็นบอร์ดที่ใช้ ทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกหนาสีขาว บนแผ่นมีรูเรียงกันจำนวนมาก ภายในรู มีตัวนำไฟฟ้าซึ่งเชื่อมต่อกันในรูปแบบที่มีการกำหนดไว้ เวลาทดลองก็เสียบขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ลงไปให้ตัวนำภายในเชื่อมวงจรถึงกัน และอาจใช้สายไฟเสียบลงรูเพื่อเชื่อมวงจรไฟฟ้าได้เช่นกัน ข้อดี ของโพโตบอร์ดคือ ไม่ต้องออกแบบแผงวงจรและไม่ต้องบัดกรีแต่มีข้อเสียคือใช้ทดลองวงจรที่ทำงานที่ ความถี่สูง ๆ ไม่ได้เนื่องมีปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวนในวงจร

การใช้งานแผ่นโพโตบอร์ด แผ่นโพโตบอร์ด จะเป็นแผ่นที่จะใช้ในการทดลองเกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไป โดย ที่แผ่นโพโตบอร์ดจะมีช่องสำรับใช้เสียบขาอุปกรณ์ได้ซึ่งการทดลองการต่อ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อกับ แผ่นโพโตบอร์ดจะทำให้อุปกรณ์ไม่เสียหาย

**สายไฟจัมเปอร์ (Jumper)**

สายไฟจัมเปอร์แบบ ผู้-ผู้ เหมาะสำหรับใช้งานในวงจรทั่วๆไป เช่น วงจรทดลองบน Protroboard เพราะมีหัวเข็มหรือ Pin Header ที่ออกแบบมาใช้สำหรับเสียบลงบน Protoboard โดยเฉพาะ หรือใช้งานกับบอร์ด Arduino รุ่น UNO หรือรุ่นอื่นๆที่มี Socket ตัวเมียขนาด 26 AWG สามารถทนกระแส สูงสุดได้ 2.2 A ถ้าต่อสายแบบ Chassis Wiring (ต่อแบบแยกสาย) สามารถทนกระแสได้ 0.36 A ถ้าต่อแบบ Power Transmission (รวมเป็นกระจุก)

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

โครงงานระบบควบคุมการ เปิด-ปิด ถังขยะอัตโนมัติ (Control System On-Off Auto Trash Power by Sensor) ผ่านระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและออกแบบการควบคุมการ เปิด-ปิด ของฝาถังขยะเพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายและทันสมัย โดยผู้จัดทำได้เสนอการท ถังขยะในรูปแบบของการใช้ระบบเซนเซอร์ ซึ่งสามารถควบคุมการ เปิด-ปิด ถังขยะอัตโนมัติได้ทุกสถานการณ์ โดยมีการทำงานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ชิปไอซีชนิดหนึ่งที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานระบบเซนเซอร์ตรวจจับ ความเคลื่อนไหวโดยใช้ PWM (Pulse Width Modulation) เป็นการสร้างสัญญาณพัลส์แบบสแควร์เวฟ ที่สามารถปรับเปลี่ยนความถี่ Duty Cycle นำไปควบอุปกรณ์กับมอเตอร์ เพื่อความคุมการทำงานของ ระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวให้ฝาถังขยะสามารถเปิด-ปิด ได้อัตโนมัติ

# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

ในการศึกษาถังขยะธรรมดาให้สามารถเป็นถังขยะอัตโนมัติ โดยการออกแบบและศึกษาเซ็นเซอร์ในรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ผ่านรูปแบบการทำโครงงาน เรื่อง ถังขยะคุณธรรม ได้ดำเนินการจัดทำโครงงานตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

**วัสดุอุปกรณ์**

| | | |
|---|---|---|
| 1. ถังขยะ | 1 | ชิ้น |
| 2. ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด | 1 | ตัว |
| 3. เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว | 1 | ตัว |
| 4. มอเตอร์ | 1 | ตัว |
| 5. บอร์ดทดลอง | 1 | ตัว |
| 6. สายจั๊มเปอร์ | 13 | เส้น |
| 7. แหล่งจ่ายไฟ 5V | 1 | ตัว |

**ขั้นตอนการดำเนินงาน (ยึดหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม 7 ขั้นตอน)**

1. ขั้นระบุปัญหา โดยการประชุม ระบุปัญหา เป้าหมาย วางแผนและแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
2. ขั้นรวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
3. ขั้นเลือกวิธีการ โดยการประชุมเพื่อนำปัญหาที่กำหนดไว้และข้อมูลที่ได้รวบรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์ เพื่อเลือกวิธีการแก้ปัญหา
4. ขั้นออกแบบและปฏิบัติการ คือ ขั้นการออกแบบและประดิษฐ์ถังขยะอัตโนมัติ
5. ขั้นทดสอบ การพิสูจน์สมมติฐาน ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ตามที่ได้ออกแบบไว้
6. ขั้นปรับปรุงแก้ไข วิเคราะห์ผล และข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาปรับปรุงถังขยะอัตโนมัติ
7. ขั้นประเมินผล คือ ร่วมกันอภิปราย สรุป ถึงความสำเร็จในวัตถุประสงค์ของโครงงานและทำรายงานโครงงาน

**ขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล (โดยใช้ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์)**

1. วางแผนแบ่งหน้าที่สืบค้นข้อมูลเรื่อง ขยะ KidBright และการออกแบบถังขยะ
2. ค้นคว้าข้อมูลทางอินเตอร์ สอบถามผู้รู้ และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว
3. เลือกพื้นที่วางถังขยะคุณธรรมในบริเวณโรงเรียน โดยเลือกบริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร
4. ออกแบบถังขยะคุณธรรมให้เหมาะสม สะดวกต่อการใช้งานและทันสมัย
5. ทดสอบถังขยะคุณธรรม โดยให้นักเรียนเดินผ่าน 5 คน แล้วถังขยะคุณธรรมทำงานอัตโนมัติตามที่ได้ออกแบบไว้

6. ตรวจสอบ / ทดลองการงานของถังขยะคุณธรรม เสนอครูที่ปรึกษา โดยนำกลับไปแก้ไขใหม่ตามคำแนะนำ

7. จัดทำรูปเล่ม และนำเสนอโครงงาน

**4. การดำเนินการ**

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์การประกอบเครื่อง
2. ต่อบอร์ดทดลองกับบอร์ด KidBright
3. ต่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเข้ากับบอร์ด KidBright
4. ต่อมอเตอร์ Servoเข้ากับบอร์ด KidBright
5. อัพโหลดโค้ดโปรแกรมเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด KidBright
6. ประกอบชิ้นงานเข้ากับตัวถังขยะ
7. ต่อบอร์ดกับเซนเซอร์เข้ากับตัวถังขยะ
8. ต่อมอเตอร์ Servo เข้ากับฝาถังขยะ
9. ติดแหล่งจ่ายไฟ 5V เข้ากับตัวถังขยะ
10. ประกอบฝาถังขยะเข้ากับตัวถังขยะ
11. ถังขยะเปิด-ปิดอัตโนมัติผ่านระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเสร็จสมบูรณ์

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงาน

โครงงานเรื่อง ถังขยะคุณธรรม คณะผู้จัดทำโครงงานได้ดำเนินการตามขั้นตอนการทดลองและการใช้งาน ดังต่อไปนี้

**1. การทดลอง**

1.1 ในอาคาร

ขั้นตอนที่ 1 ตั้งตัวถังขยะภายในอาคาร

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเดินผ่านในระยะทาง 3-5 ม. (ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัตถุที่เคลื่อนไหว) เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวจะตรวจพบวัตถุเคลื่อนไหว ส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์หมุนดึงเปิดฝาถังขยะ

ขั้นตอนที่ 3 นำขยะทิ้งลงไปในถังขยะ ถังขยะจะส่งเสียงว่า “เชิญทิ้งขยะรีไซเคิลลงถังสีเหลืองนี้นะคะ”

ขั้นตอนที่ 4 เดินผ่านไปจนเกินระยะ 3 ม. เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของถังขยะคุณธรรมก็จะปิดเอง

**2. การใช้งาน**

2.1 ภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร)

ขั้นตอนที่ 1 ตั้งตัวถังขยะที่ที่ต้องการใช้

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อเดินผ่านในระยะทาง 3 ม. เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวจะตรวจพบวัตถุเคลื่อนไหว ส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์หมุนดึงเปิดฝาถังขยะ

ขั้นตอนที่ 3 นำขยะทิ้งลงไปในถังขยะ ถังขยะจะส่งเสียงว่า “เชิญทิ้งขยะรีไซเคิลลงถังสีเหลืองนี้นะคะ”

ขั้นตอนที่ 4 เดินผ่านไปจนเกินระยะ 3 ม. เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวของถังขยะคุณธรรมก็จะปิดเอง

**ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองใช้ถังขยะคุณธรรมภายในและภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร)**

| ครั้งที่ | การทดลอง | ผลการทดลอง |
|---|---|---|
| 1 | ภายในอาคาร | เซนเซอร์ไม่ตรวจจับ มอเตอร์ Servo รวนมีปัญหา |
| | ภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) | เซนเซอร์ไม่ตรวจจับ มอเตอร์ Servo รวนมีปัญหา |
| 2 | ภายในอาคาร | เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ในระยะ 3-5 ม.* สามารถตรวจจับได้ปกติ |
| | ภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) | เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวในระยะ 3-5 ม.* สามารถตรวจจับได้ปกติ |

* ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัตถุที่เคลื่อนไหว

# บทที่ 5
# สรุปผลการดำเนินการ/อภิปรายผลการดำเนินการ

การดำเนินงานโครงงาน เรื่อง ถังขยะคุณธรรม จากการเก็บข้อมูลในการทดลองใช้ถังขยะคุณธรรมสามารถสรุปผลการดำเนินงาน ได้ดังตาราง

| ทดสอบครั้งที่ | การทดลอง | ผลการทดลอง |
|---|---|---|
| 1 | ภายในอาคาร | เซนเซอร์ไม่ตรวจจับ มอเตอร์ Servo รวนมีปัญหา |
| | ภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) | เซนเซอร์ไม่ตรวจจับ มอเตอร์ Servo รวนมีปัญหา |
| 2 | ภายในอาคาร | เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ในระยะ 3 - 5 ม.* สามารถตรวจจับได้ปกติ |
| | ภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) | เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ในระยะ 3 - 5 ม.* สามารถตรวจจับได้ปกติ |

* ขึ้นอยู่กับขนาดและรูปร่างของวัตถุที่เคลื่อนไหว

**สรุปผลการทดลอง**

ปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่กลายเป็นปัญหาที่แก้ไขได้ยาก ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด คือ การแก้ไขที่ตัวผู้ทิ้ง โดยการปลูกจิตสำนึก และเสริมสร้างลักษณะนิสัยที่ดี แต่ในการปฏิบัติจริงนั้นเป็นไปได้ยาก คณะผู้จัดทำจึงคิดที่จะสร้างแรงจูงใจในการทิ้งขยะให้เป็นที่มากขึ้นโดยใช้เทคโนโลยี การเขียนโค้ดสั่งงานบอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright และโมดุลเสริม ในการช่วยแก้ปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่ให้ดีขึ้น โดยการนำถังขยะธรรมดามาทำเป็นถังขยะอัตโนมัติ ที่เรียกว่า “ถังขยะคุณธรรม”

จากการทดลองประดิษฐ์ถังขยะคุณธรรม ได้ทดลองใช้งานในอาคาร และภายนอกอาคาร(บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) ผลของการใช้งานในครั้งแรก เซนเซอร์ทำงานไม่เสถียร กลไกการเปิดฝาถังขัดข้อง ไม่แข็งแรง โมดุลเสียงไม่ทำงาน จึงทำการแก้ไขโค๊ด และกลไกการเปิดฝาถัง

ในการทดลองครั้งต่อมาถังขยะคุณธรรมเริ่มทำงานเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวในระยะ 3-5 ม. ถ้าไกลกว่านั้นเซนเซอร์จะไม่สามารถตรวจจับได้ ส่วนกลไกการเปิดฝาถังทำงานได้สมบูรณ์ ทดลองใช้งานภายนอกอาคาร (บริเวณทางเดินใกล้โรงอาหาร) ถังขยะคุณธรรมทำงานได้อย่างสมบูรณ์เช่นเดียวกัน

**อภิปรายผลการทดลอง**

จากโครงงาน เรื่อง ถังขยะคุณธรรม เกิดจากความตระหนักของทางคณะผู้จัดทำโครงงานในเรื่องปัญหาการทิ้งขยะไม่ถูกที่ และการเขียนโค้ดสั่งงานบอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright และโมดุลเสริม จึงได้ออกแบบและประดิษฐ์ถังขยะคุณธรรม โดยนำเอาถังขยะธรรมดามาพัฒนาให้น่าสนใจ และทันสมัย

สร้างนิสัยการทิ้งขยะให้ถูกที่ ปลูกจิตสำนึกการคัดแยกขยะ นอกจากนี้สามารถเป็นต้นแบบแก่ผู้สนใจและนำไปต่อยอดได้

ถังขยะคุณธรรมสามารถใช้งานในอาคาร และภายนอกอาคารได้อย่างสมบูรณ์ ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา เซนเซอร์ตรวจจับในระยะไกลมากถึง 3 - 5 ม. และบอร์ด KidBright สั่งงาน Servo Motor ให้เปิดฝาถัง พร้อมกับสั่งโมดุลเสียง ให้เปิดเสียง “เชิญทิ้งขยะรีไซเคิลลงถังสีเหลืองนี้นะคะ” เพื่อเป็นการเชิญชวนการทิ้งขยะด้วยการคัดแยกขยะอย่างถูกต้อง

**ข้อเสนอแนะ**

1. สร้างถังขยะคัดแยกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่
   - 1.1 ถังขยะเปียก/ย่อยสลายง่าย สีเขียว
   - 1.2 ถังขยะรีไซเคิล สีเหลือง
   - 1.3 ขยะทั่วไป สีน้ำเงิน
   - 1.4 ถังขยะอันตราย สีแดง

   โดยแต่ละสีจะมีเสียงอธิบายและเชิญชวนทิ้งขยะให้ถูกถัง
2. พัฒนาต่อยอดโดยการเขียนโค้ดด้วย Arduino IDE เพื่อให้สามารถเพิ่มฟังก์ชั่นการใช้งานได้มากขึ้น
3. ใช้งานร่วมกับระบบโซลาร์เซลล์ เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจากการใช้พลังงานสะอาด
4. มีระบบแจ้งเตือนถังขยะเต็มผ่าน Line

# บรรณานุกรม


**ขยะหมายถึงอะไร.** (15 ธันวาคม 2558). https://www.im2market.com/2015/12/15/2189. วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2562.

**โครงการสื่อการสอนโปรแกรมมิ่งในโรงเรียน**. https://www.kid-bright.org/ วันที่ค้นข้อมูล 24 กรกฎาคม 2562.

**เซ็นเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor)**. (20 ธันวาคม 2553). http://application-with- embedded-linux.blogspot.com/2010/12/motion-sensor.html. วันที่ค้นข้อมูล 24 กรกฎาคม 2562.

นิสากร วิเวกวิทย์. (2558 : หน้า 10-14). **การจัดการขยะชุมชนที่ประสบความสำเร็จ กรณีศึกษาองค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่นในจังหวัดชลบุรี**. รปศ.ม. การจัดการภาครัฐและภาคเอกชน. มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี

พรภัทร จุฑากุล. (21 มกราคม 2562). **สถานการณ์มลพิษไทยตลอดปี 61 พบขยะเพิ่มมากขึ้น** https://www.thaihealth.or.th/Content/47000-สถานการณ์มลพิษไทยตลอดทั้งปี%2061%20พบขยะเพิ่มมากขึ้น.html. วันที่ค้นข้อมูล 18 กรกฎาคม 2562.

**มอเตอร์ (Motor) คืออะไร?**. (3 มีนาคม 2558). http://www.psptech.co.th/มอเตอร์motorคืออะไร-19171.page. วันที่ค้นข้อมูล 24 กรกฎาคม 2562.

# ภาคผนวก

1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์

1.1. ถังขยะ

1.2. บอร์ดสมองกลฝังตัว Kidbright

1.3. เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว HC-SR501

1.4. Servo Motor

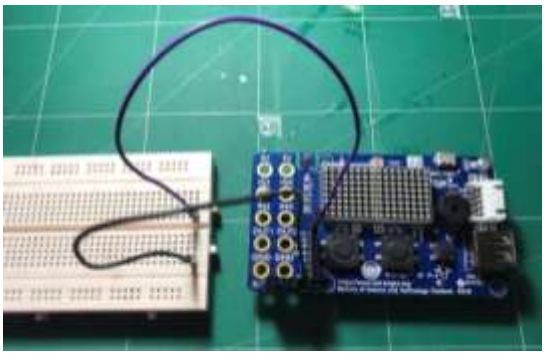
1.5. สาย Micro USB

1.6. กล่องไฟ

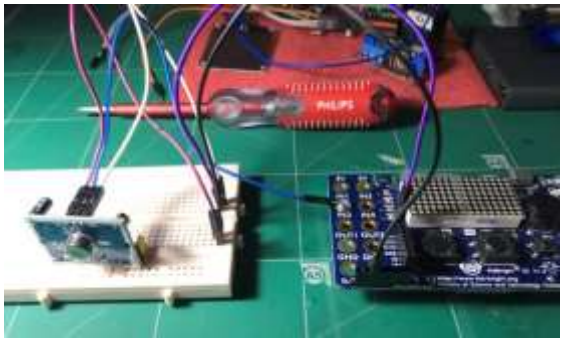
1.7. แหล่งจายไฟ 5 V (Power Bank)

1.8. สายไฟจั๊มเปอร์

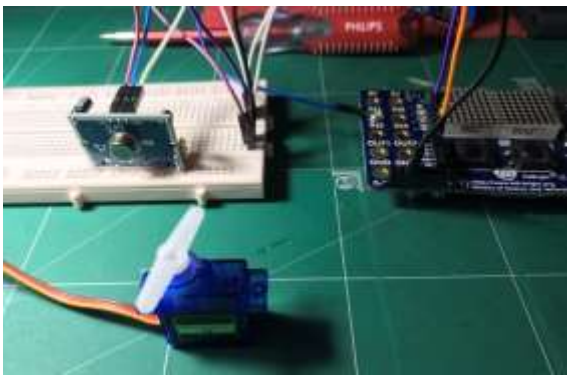
2. ต่อบอร์ดทดลองกับบอร์ด KidBright



3. ต่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเข้ากับบอร์ด KidBright



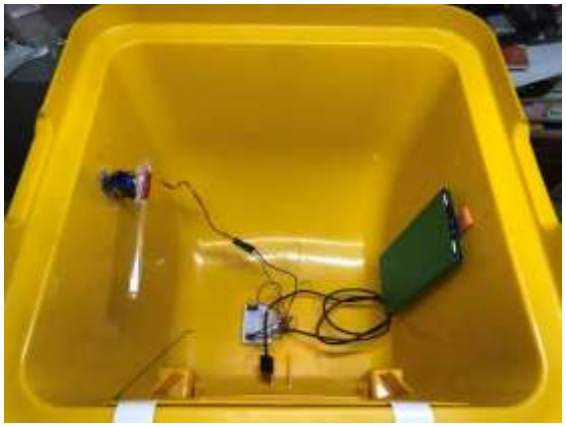
4. ต่อมอเตอร์ Servoเข้ากับบอร์ด KidBright



5. อัพโหลดโค้ดโปรแกรมจาก KidBright IDE เข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด KidBright

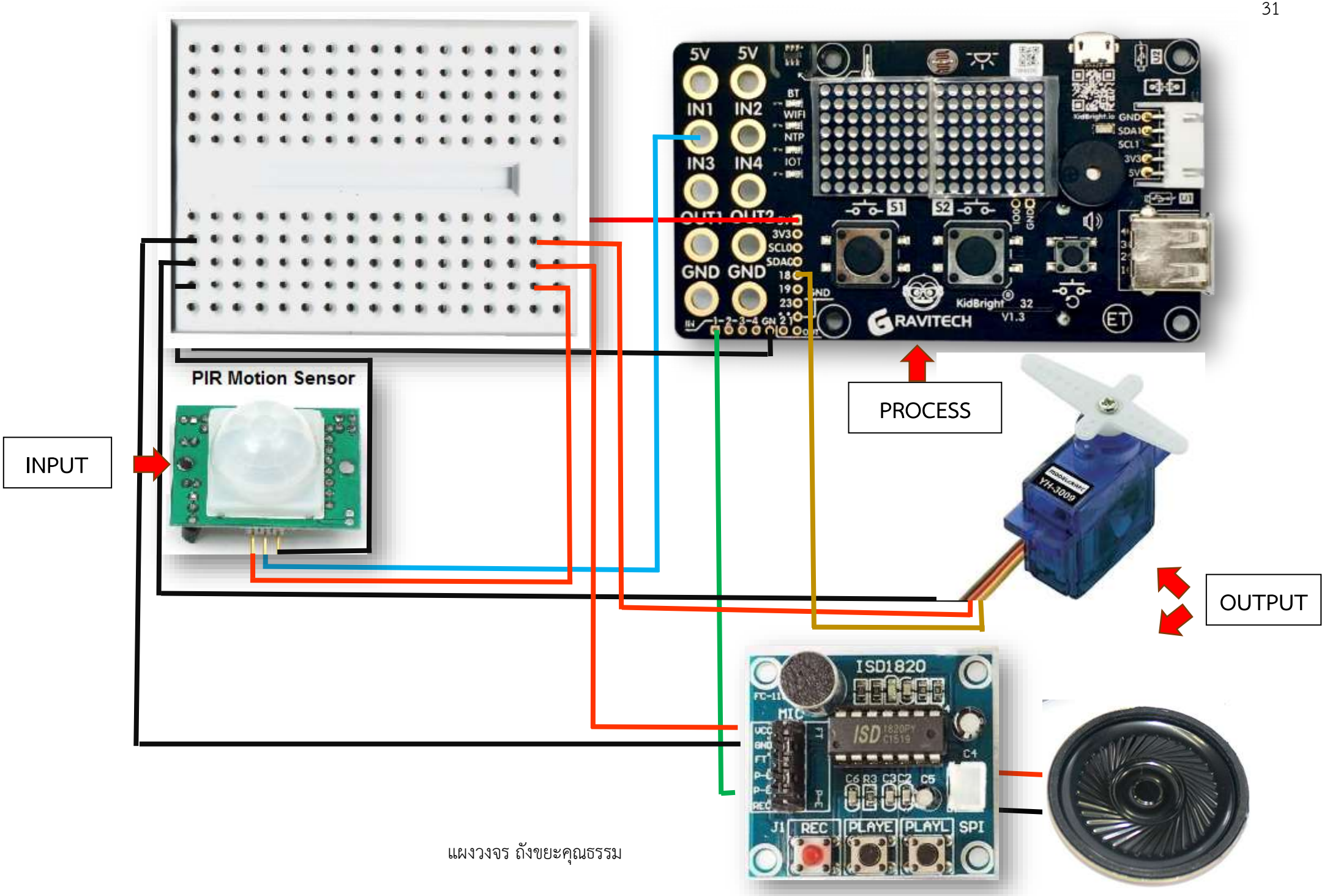
6. ประกอบชิ้นงาน

7. ประกอบชิ้นงานถังขยะ



11. ถังขยะเปิด-ปิดอัตโนมัติผ่านระบบเซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวเสร็จสมบูรณ์

Zero waste zone




แผงวงจร ถังขยะคุณธรรม